THE HECKMAN BINDERY, INC.
North Manchester, Indiana KH

H or V	JUST	FONT	SLOT	TITLE
H	CC	1	30	VEREIN
			29	DEUTSCHER
			28	INGENIEURE
			22	VDI-Z
			21	ZEITSCHRIFT
			20	FUR DIE
			19	GESAMTE
			18	TECHNIK
H	CC	1	8	67
			7	JAN.-JUNE
			6	1923
H	CC	1		Q.
				620.5
				ZE
				v.67:1
				<IMPRINT>
H	CC	7		U. of ILL.
				LIBRARY
				URBANA

BINDING COPY

PERIODICAL: ☐ CUSTOM ☐ STANDARD ☐ ECONOMY ☐ THESIS | NO. VOLS. THIS TITLE | LEAF ATTACH.

BOOK: ☐ CUSTOM ☐ MUSIC ☐ ECONOMY | AUTH. 1ST ☐

ACCOUNT	LIBRARY	NEW	RUB OR SAMPLE	TITLE I.D.	FOIL	COLOR MATERIAL
66672	001			63857	WHI	488

ACCOUNT NAME
UNIV OF ILLINOIS

ACCOUNT INTERNAL I.D.: V00837000 | ISSN: STX

I.D. #2	NOTES	BINDING FREQUENCY	WHEEL	SYS. I.D.
		0	1	3

COLLATING
BRITTLE, PHASE BOX IF NECESSARY

ADDITIONAL INSTRUCTIONS
[V#]

$8.00
3" height 3.00
$11.00

4 l/call

SEP. SHEETS | PTS. BD. PAPER | TAPE STUBS | CLOTH EXT. | FILLER: GUM | STUB

POCKETS: PAPER | BUCK | CLOTH | SPECIAL PREP. | LEAF ATTACH.

INSERT MAT.	ACCOUNT LOT NO.	JOB NO.
	13J	8P205

PRODUCT TYPE	ACCOUNT PIECE NO.	PIECE NO.
11	4	6

HEIGHT	GROUP CARD	VOL. THIS TITLE
	1	

COVER SIZE

V·D·I

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

BAND 67

SIEBENUNDSECHZIGSTER JAHRGANG

MIT RUND
2000
ABBILDUNGEN
IM TEXT

1923

VERLAG DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE
FÜR DEN BUCHHANDEL: VERLAGSBUCHHANDLUNG JULIUS SPRINGER

BERLIN

Namenverzeichnis.

(* bedeutet Abbildung im Text.)

Bücherschau.

Besprochene Werke.

Zuschriften.

Sachverzeichnis.

Bezeichnung: * bedeutet Abbildungen im Text, B Bücherbesprechung, Z Zuschrift.

Berichtigungen.

V. d. I.

Angelegenheiten des Vereines.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 1. SONNABEND, 6. JANUAR 1923. BD. 67.

INHALT:

Das Walchensee- und Bayernwerk[1].

Von E. Mattern in Potsdam.

Nach Mitteilungen über die Vorgeschichte, die wasserwirtschaftlichen Grundlagen und die allgemeine Anordnung der Gesamtbauanlage werden die Einzelbauwerke beschrieben, wie Wasserfassung, Kanäle, Stollen, Wasserschloß, Rohrleitungen und Krafthaus nebst Maschineneinrichtung. Angaben über den Ausbau der Loisach, die wirtschaftliche Form der Unternehmung, die Verwertung der gewonnenen Wasserkraft, die Baukosten und Bauausführung. Zweck des Bayernwerkes, Fernverteilung des elektrischen Stromes, wirtschaftliche Bedeutung, Organisation, Kosten und Geldbeschaffung. Kurzer Umriß des Baues und Betriebes der Gesamtanlage.

Das Walchenseewerk.

Vorgeschichte.

Für die Ausnutzung der Wasserkräfte des Walchensees wurden der bayerischen Staatsregierung im Jahre 1904 von privater Seite zwei Vorlagen gemacht. Schmick legte im Juli dieses Jahres einen Plan für ein Elektrizitätswerk bei Kochel vor und suchte gleichzeitig in Gemeinschaft mit dem Ingenieur Jean Jaquel um die Bau- und Betriebsgenehmigung auf Grund seiner Vorschläge nach. Der Entwurf bezweckte die Ausnutzung der Gefällstufe von 200 m zwischen Walchen- und Kochelsee nach Zuführung bis zu 11,6 m³/s Betriebswasser aus der Isar in den Walchensee, wobei die Möglichkeit einer Kraftgewinnung von 23- bis 25 000 PS nachgewiesen wurde. Als Erweiterung war an eine Staustufe am Südostufer des Walchensees von 40 m Höhe gedacht, wohin der Stollen im Obernachtale geführt werden sollte.

Ende des genannten Jahres unterbreitete der Major a. D. v. Donat dem Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten in München Vorschläge, die den gleichen Gegenstand behandelten. Die Donatschen Anregungen sahen gleichfalls die Ausnutzung der Gefällstufe zwischen den beiden Seen vor, ebenso die Zuleitung der Isar zum Walchensee durch einen Stollen, außerdem eine Talsperre in der Isar und die Einleitung des Rißbaches, eines Nebenflusses der Isar, in das Staubecken dieser Talsperre. Weiterhin wurde von v. Donat die Absenkung des Walchensees bis zu 10 m vorgeschlagen, um ein Sammelbecken für die bis zu 32 m³/s vorgesehene Entnahme aus der Isar zu schaffen. Zwischen Isar und Walchensee sollte eine Staustufe von 55 m gewonnen werden. Insgesamt wurde eine Kraftleistung bis 100 000 PS errechnet.

Wasserschloß des Walchensee-Werkes.

Diese kühnen Vorschläge in einer Zeit, die man heute als den Beginn einer stärkeren Verwertung der Wasserkräfte bezeichnen darf, beschäftigten bald die Öffentlichkeit in hohem Maße wegen der ungewöhnlich günstigen örtlichen Verhältnisse, der Größe der Kraft und der wirtschaftlichen Bedeutung, die dieser Kraftquelle bei der Kohlenarmut Bayerns für den Eisenbahnbetrieb und die Licht- und Kraftversorgung des Landes beizumessen war. Die Vorentwürfe und die Bemühungen der Beteiligten in Vorträgen und Schriften haben wesentlich dazu beigetragen, den Gedanken der Allgemeinheit näherzubringen. Die technischen Grundlagen des Unternehmens über Betriebswassermenge, Gefällerfassung und Ausbaumöglichkeit waren damit im wesentlichen erkannt, wie der Verfasser gemeinsam mit Baurat Frentzen im Jahre 1910 bei der Einsichtnahme in die Originalpläne auf Veranlassung des bayerischen Ministeriums für Verkehrsangelegenheiten zur Klärung der oben geschilderten Sachlage festzustellen Gelegenheit hatte.

Um aber bei dem entstandenen lebhaften Widerstreit der Meinungen und Belange über das Unternehmen weitere Aufklärung zu gewinnen, stellte die Regierung im Jahre 1907 einen eigenen Entwurf auf und veranstaltete dann im Jahre 1908 einen Wettbewerb um ausführliche Entwürfe nebst Kostenanschlägen[2]. Als wesentlichste Bedingung dieses Preisausschreibens sei hervorgehoben, daß die Spiegelschwankung des Walchensees als Wasserspeicher beim ersten Ausbau das Maß von 3,50 m nicht überschreiten sollte. Der Holztransport auf der Isar und ihren Zuflüssen sollte gewahrt bleiben, der Erhaltung der landschaftlichen Schönheit der Gegend Rechnung getragen werden. Die Maßnahmen zur Ableitung der vermehrten Zuflußmenge zum Kochelsee und nach der Loisachniederung sollten jedoch nicht berücksichtigt werden.

[1] Vergl. den einleitenden Aufsatz „Bayerische Großwasserkraftanlagen. Die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen", Z. 1922 S. 1013.

[2] Vergl. Th. Koehn: Der internationale Walchensee-Wettbewerb, Z. 1910 S. 1101 u. f.

Die eingegangenen 31 Entwürfe enthielten eine Unsumme geistiger Arbeit und bildeten eine reiche Fundgrube für einen neuen Entwurf der Bauausführung, den die Regierung daraufhin ausarbeitete. Die Ausführung des Walchenseewerkes verzögerte sich indes. Der Absaß der Kraft schien nicht sichergestellt, und die schwebende Frage der Elektrisierung der Staatsbahnen sprach mit. Langwierige Verhandlungen griffen in den nächsten Jahren Plaß, auf die einzugehen der Raum mangelt. Eine Kraftquelle von seltener Ausbaufähigkeit lag infolgedessen leider jahrelang ungenußt vor den Toren Münchens, eine Tatsache, die auch im früheren bayerischen Landtag wiederholt bedauernden Ausdruck gefunden und mancherlei Angriffe auf die Regierung veranlaßt hat.

Die langsame Entwicklung lag wohl in den Umständen der Zeit und in den tiefen Eingriffen, die das Unternehmen in die bestehenden Verhältnisse brachte, begründet. Heute rächt sich das Versäumnis bitter. Die vor dem Krieg errichteten Wasserkraftwerke stehen in ihrer Einträglichkeit glänzend da, während der Neubau um Vielfaches überhöhte Kosten verursacht. Während des Krieges erhielt das Walchenseeunternehmen einen weiteren kräftigen Anstoß durch eine Denkschrift Oskar v. Millers, dessen liebenswürdiger Bereitwilligkeit im Verein mit dem bayerischen Ministerium des Innern und Ministerialrat Freytag der Verfasser die Überlassung der Pläne für die vorliegende Veröffentlichung verdankt. Diese Denkschrift erschien im Oktober 1915; in ihr wurde der Gedanke verfolgt, das Kraftwerk im Rahmen einer einheitlichen Elektrizitätsversorgung des Landes auszuführen. Die Absaßfähigkeit der Kraft und die Verbilligung, die der Großbetrieb versprach, wurden nachgewiesen.

Dieser Vorschlag zur Gründung des Bayernwerkes nahm feste Formen an, und die ehemaligen Kammern der Abgeordneten und der Reichsräte beschäftigten sich in ihren Sißungen vom Februar, März und Juni 1918, also kurz vor dem unglücklichen Ausgange des Krieges, eingehend damit. Man hatte in Bayern dringend die Notwendigkeit des Ausbaues der heimischen Naturschäße zur Linderung der Kohlennot erkannt und wollte das Land tunlichst unabhängig vom Ausland im Bezug der Rohstoffe machen. Die Geldmittel für den Bau des Walchenseewerkes und der staatliche Anteil am Bayernwerk waren und wurden bewilligt und Verträge mit Baufirmen noch vor Kriegsende abgeschlossen, so daß der Bau im Dezember 1918 während des politischen Umsturzes troß vielerlei entgegenstehender Schwierigkeiten in Angriff genommen werden konnte.

Das Walchensee- und Bayernwerk, das bedeutendste Wasserkraftwerk Deutschlands, ist gegenwärtig voll in der Ausführung begriffen, und wenn es binnen nicht zu langer Zeit fertiggestellt und in Betrieb genommen sein wird, wird Bayern eine Anlage besißen, die sich nach Großzügigkeit der örtlichen Geländeverhältnisse und der baulichen Einrichtungen, nach Höhe der Kraftleistung und wirtschaftlicher Bedeutung für die schaffende Arbeit den ersten Unternehmungen der Welt gleichwertig an die Seite stellt.

Die wasserwirtschaftlichen Grundlagen.

Das Niederschlaggebiet. Das Quellgebiet der Isar liegt in den Tiroler Alpen, im Wetterstein- und Karwendelgebirge, und hat vollkommen die Eigenschaft des Hochgebirges mit steilabfallenden, kahlen und bewaldeten Hängen, Schuttkegeln und Hochterrassen. Das Gebirge besteht in den Bergflanken und der Talsohle aus dolomitischem Plattenkalk (Hauptdolomit). Die obere Isar hat sich schmal und tief in das Gebirge eingeschnitten, unterhalb Mittenwald erweitert sich das Tal auf 500 bis 800 m Breite und bildet eine verkieste Fläche mit einzelnen Rinnsalen, die sich fast bei jedem Hochwasser ändern. Die Geschiebeführung ist hier reichlich. Man schäßt die Masse, wie die Grundlagen zu dem erwähnten Wettbewerb angeben, auf mindestens 40 000 m³ im Jahr, die zum Teil im Tale liegen bleiben und es langsam erhöhen. Das Talgefälle beträgt etwa 5,5 vT. Auf dieser Strecke wurde bisher öffentliche Flößerei betrieben, und die Holzmenge bei Wallgau wurde vor dem Kriege auf 50 000 bis 60 000 m³ angegeben. An Triebwerken ist nur eine Sägemühle bei Krünn vorhanden, die etwa 20 PS ausnußt.

Auf der Strecke zwischen Mittenwald und Wallgau münden mehrere Waldbäche in die Isar, wie der Kranzbach, Seinsbach, Finzbach, Fischbach usw., deren Bedeutung für den Wasserhaushalt vielfach erörtert worden ist. Diese kommen zum Teil von kahlen, leicht verwitterbaren Hängen und vermehren die Geschiebeführung der Isar beträchtlich. Die Obernach ist der Hauptzufluß des Walchensees, die Jachenau sein oberirdischer Abfluß nach der Isar. Das Niederschlaggebiet des Walchensees hat eine ähnliche Beschaffenheit und ist 74 km² groß.

Die Niederschläge. Die Niederschläge im oberen Isargebiet übersteigen in nassen Jahren 2000 mm und betragen im Mittel 1500 mm. Die monatliche Niederschlaghöhe schwankt zwischen 13 mm (November 1902/03) und 294 mm (Juli 1902/03). Die trockensten Monate sind Oktober bis Dezember, die regenreichsten Juni, Juli und August.

Das Walchenseegebiet ist ein starkes Regenzentrum. Die niedrigsten Niederschläge sind hier in langjährigem Monatsmittel zu 60 mm, die höchsten zu 240 mm ermittelt. Die Regenkarten lassen ein deutliches Ansteigen von den Vorbergen bei Kochel nach dem Hochgebirge erkennen. Das Isartal selbst bildet eine Senke im Regengebiet.

Die Abflußmengen der Isar bei Krünn. Die Isar als Hochgebirgsfluß, der aus dem Schmelzwasser gespeist wird, hat ihren größten Abfluß im Sommer, ihre Trockenzeit im Winter. Die Abflußmengen bei Wallgau, wo das Einzuggebiet 520 km² beträgt, haben in den Jahren 1902 bis 1907 zwischen 478,2 und 709,6 Mill. m³ geschwankt. Die jährliche Abflußhöhe ist hier zu 920 bis 1360 mm festgestellt. An der Meßstelle bei Krünn schwankt die Jahresabflußmenge zwischen 365 und 683 Mill. m³ (Nied.-Geb. 446 km²). Das monatliche Verhältnis von Abfluß zu Niederschlag beträgt 0,86 bis 1,41.

Abb. 1. Wasserführung der Isar bei Krünn 1902 bis 1907.

Abb. 1 stellt die Wasserführung der Isar bei Krünn dar. Der größte Abfluß im Monatsmittel betrug hier im Mai 1906/07 132 l/s auf 1 km², das Katastrophenhochwasser wird zu 600 l/s auf 1 km² angenommen. Das Jahresmittel beträgt 18,2 l/s auf 1 km², im Sommer 40 bis 60, im Winter 10 bis 20 l/s auf 1 km². Die kleinste Wasserführung geht bis auf 5,0 m³/s herab, im allgemeinen beträgt die mittlere kleinste Wasserführung im Winter 8 m³/s, in den Sommermonaten 25 bis 45 m³/s, die mittlere (im Jahresmittel) 18 bis 25 m³/s, in besonders trockenen Jahren weniger (1908/09 11,5 m³/s).

Die Wasserklemme des Walchenseeabflusses kann zu 0,5 m³/s, die zugehörige Wasserspende zu 6,8 l/s auf 1 km² angenommen werden. Das mittlere Niedrigwasser beträgt 1,4 m³/s. Das Mittelwasser des Einzuggebietes (74 km²) beläuft sich auf 2,3 m³/s, das größte Hochwasser (1899) auf 73 m³/s, also fast 1 m³/s auf 1 km². Die regelmäßigen Schwankungen des Walchenseespiegels betragen im Jahreslauf 56 cm, sein größter Wasserstandwechsel 1,3 m. Im Kochelsee, der durch Meliorierung in den Jahren 1900 bis 1903 abgesenkt worden ist, betragen die regelmäßigen Jahresschwankungen 1,7 m.

Höhenverhältnisse. Die normale Wasserspiegelhöhe am Isarwehr bei Krünn liegt auf + 870 NN, der mittlere Wasserspiegel des Walchensees auf rd. + 801,5, so daß hier ein Höhenunterschied von 68,5 m vorhanden ist. Das Mittelwasser des Kochelsees liegt auf ~ + 598,5. Das rohe Gefäll zwischen dem Mittelwasser beider Seen beträgt also 203 m.

Wasserwirtschaftsplan. Da das eigene Niederschlaggebiet des Walchensees klein ist, mithin der See trotz der großen Niederschläge nur einen geringen natürlichen Zufluß hat, so bedarf sein Wasservorrat für eine Großnutzung eines Zuschusses. Als solche Ergänzung wird die Isar herangezogen, und der See selbst dient im wesentlichen als Sammel- und Ausgleichbecken.

In entsprechender Weise dient der Kochelsee als Ausgleichraum für die aus dem Kraftwerk ausströmenden Wassermassen. Da trotzdem eine Mehrbelastung seines Abflusses eintritt gegenüber dem gegenwärtigen Zustande, so werden Regelungsarbeiten an der Loisach ausgeführt.

Der Wasserhaushalt des am Kochelsee gelegenen Kraftwerkes gestaltet sich hiernach in großen Zügen wie folgt:

Die mittlere Betriebswassermenge beträgt nach dem Regierungsentwurf 12,3 m³/s. Sie wird in folgendem Umfange gewonnen:

1. In der Trockenzeit (Winter)

a) durch Entnahme aus der Isar am Wehr bei Krünn und Umleitung nach dem Walchensee, November 1902 bis März 1903 im Mittel . . . . 8,1 m³/s,

b) durch Zufluß aus dem eigenen Niederschlaggebiet des Walchensees, mittleres Niedrigwasser 1,4 m³/s,

zusammen 9,5 m³/s.

Der Rest von 2,8 m³/s muß dem Vorrat des Walchensees entnommen werden. Im ganzen müssen in fünf Monaten des Winters (rd. 13 Mill. Sekunden) $13 \cdot 2,8 = 36,4$ Mill. m³ aus dem Seevorrat abgeleitet werden. Die Spiegelfläche des Walchensees ist 16,3 km² groß, 1 m Absenkung oben umfaßt also 16,3 Mill. m³. Wegen der nach unten abnehmenden Spiegelfläche ist eine Absenkung bis 4,60 m unter Normalwasserstand (+ 801,5) erforderlich.

2. In der Sommerzeit. Der Sommer soll zur Auffüllung des Sees dienen. Es können dann der Isar bis 20 m³/s entnommen werden. In der Zeit der Schneeschmelze und bei sonstiger höherer Wasserführung im Frühjahr soll die Höchstmenge der Entnahme 25 m³/s betragen. Da im Mittel nur 12,3 m³/s für den Kraftbetrieb gebraucht werden, dient der Rest zur Aufspeicherung.

Der See wird in der Zeit von Oktober bis März abgesenkt. Man rechnet damit, daß sich der See in der Regel bis Ende Mai wieder bis auf normale Spiegelhöhe aufgefüllt hat.

Kraftleistungen. Das in den Turbinen abzüglich der Reibungsverluste nutzbare Gefäll beträgt rd. 195 m, was bei einer Betriebswassermenge von 12,3 m³/s rd. 24 000 PS ergibt. Infolge der größeren Wasserentnahme in den Sommermonaten ist eine mittlere Kraftleistung während des Jahres von 30 000 PS vorhanden. Über die entsprechend dem ungleichmäßigen Kraftbedarf ausgebaute Maschinenleistung des Krafthauses s. unten.

Wasserentziehung, Seeabsenkung, Landschaftsbild und Flößerei.

Der Walchensee bildet mit seiner Hochgebirgsumrahmung ein herrliches, Reisende und Ruhebedürftige erfrischendes Landschaftsbild. Ein lebhafter, das gewerbliche Leben der Gegend befruchtender Reiseverkehr durchzieht das Walchensee- und Kochelgebiet. Die Erhaltung der Naturschönheiten war darum bei den vorbereitenden Arbeiten eine ernste Sorge der Regierung, des Naturfreundes, der Volkswirte wie der Ingenieure. Ein lebhafter Streit hat jahrelang die beteiligten Kreise bewegt und ist heute noch nicht endgültig abgeschlossen. Ebenso walten lebhafte Belange der Flößerei im Isarwinkel und an der Jachen ob, und die Wasserentziehung wird dieses Gewerbe stark beeinträchtigen. Aus allen diesen Gründen kam man von der ursprünglich geplanten Absenkung des Sees um 16 m ab, und die geschädigten Interessen der Flößerei sollen durch Anlage von Waldbahnen für die Förderung der Hölzer ausgeglichen werden. Es sei hier bemerkt, daß die natürlichen Schwankungen des Sees etwa 1 m über und 30 cm unter Normalwasserstand (801,50) betragen. Eine Absenkung um 4,60 m haben alle Beteiligten als zulässig erachtet. Infolge der Speisung des Sees im Vorsommer wird er zur Hauptreisezeit bis zum vollen Wasserstand gefüllt sein, und in der Zeit der Entleerung im Winter werden seine Ufer schneebedeckt sein; im übrigen könnte der Ausbau der Seeufer durch Uferstraßen und Promenaden mit steiler Abgrenzung, wie mehrfach in Erwägung genommen, ästhetische und gesundheitliche Bedenken beseitigen.

Abb. 2. Übersichts-Lageplan.

Man hat ferner darauf hingewiesen, daß die Möglichkeit besteht, die Wasserführung der Isar für die Flößerei tunlichst zu schonen und die Absenkung des Walchensees auf ein Mindestmaß zu beschränken. Diese Maßnahmen können durchgeführt werden, ohne den allgemeinen Plan des Walchenseewerkes zu beeinträchtigen, ja, es können dadurch die nutzbaren Kraftleistungen nicht unwesentlich vermehrt werden. Ergänzende Vorschläge dieser Art sind vom Diplomingenieur Fischer ausgegangen und beziehen sich darauf, die Niederschlaggebiete einiger der oben erwähnten Zuflüsse zur oberen Isar und in der Umgebung des Walchensees besonders zu fassen und dem Wasserschatze des Werkes nutzbar zu machen; ferner auf den sofortigen Ausbau der sogenannten Obernachstufen am Südende des Sees. Dieses letzteren Planes ist schon eingangs gedacht; er bietet den Vorteil, nicht nur die Kraftmenge zu steigern, sondern auch die Seeabsenkung zu mindern, zum wenigsten in der Zeit, bis die ganze Kraft des Walchenseewerkes abgesetzt sein wird, und würde die Obernachregelung erübrigen oder mindern.

Durch die Nebenbäche: den Fischbach, den Finzbach u. a., sollen Hochgebirgsgebiete für Spitzenleistungen zur Ergänzung der Spitzenleistungen im Kochelseewerk erschlossen werden, die bei zwar beschränkten Wasservorräten durch ihre hohen Gefälle von 365 und 160 m wirtschaftlichen Wert haben. Es stehen hier und am Walchensee noch etwa 108 km² zur Verfügung, deren Gefäll ausgenutzt und deren Wasserspende dem Hauptkraftwerk am Kochelsee zugeführt werden könnte. Es sind das immerhin rd. 25 vH des oberen am Kraftwerk gefaßten Einzuggebietes der Isar, die bei mittlerem Niedrigwasser zusammen etwa 2 m³/s liefern. Es bestand Anlaß, sich mit diesen Dingen eingehend zu beschäftigen bei der Prüfung der vorerwähnten ergänzenden Vorschläge.

Das Wasser der Niederschlaggebiete kann in mehrfachen Staustufen nacheinander genutzt werden, z. B. das Fischbachwasser mit 365 (am Bache selbst) + 60 (am Südende des Walchensees) + 200 m, zusammen mit 625 m. Das gesamte Mehr an Kraft berechnet sich zu etwa 5600 PS. Wenn man sich vergegenwärtigt, daß das Obernachwerk am Südende des Sees rd. 10 000 PS liefert, so würde sich in der Tat ergeben, daß das Hauptwerk am Kochelsee eine wesentliche Verstärkung und dementsprechend die Inanspruchnahme des Wasservorrats im Walschensee und seine Absenkung eine Verminderung erfahren könnte. Bei gleicher Absenkungstiefe könnte die gesamte Kraftleistung erhöht werden. Wollte man zunächst den Ausbau der Nebenwerke hinausschieben, so könnte nach dem Vorschlage zum mindesten in Betracht kommen, die Nebenbäche in die Wasserzuleitung zum Walchensee einzubeziehen. Diese Vorschläge für das natürliche Ausgleichvermögen der Gebirgsflüsse, hervorgerufen durch verschiedene Meereshöhe, Lage der Berghänge gegen die Sonne, der Bergtäler im Regenschatten oder gegen den Wind, Untergrundbeschaffenheit, zeitlich verteilte Schneeschmelze usw., waren auf der Ausstellung in München im Frühjahr 1921 dargestellt, und die Erläuterungen wiesen auf den Einfluß eines solchen Ausgleichs für die Ersparnis an Ausbaukosten der Kraftwerke und den besseren Wirkungsgrad aller Einrichtungen der Wasserfassung, Wasserzuführung und des Kraftwerkes hin. Es ist auch für die Zukunft als sicher anzunehmen, daß die schon in den ersten Erwägungen erörterte Umleitung des Rißbaches nach dem Walchensee einmal kommen wird.

Abb. 3. Übersichts-Höhenplan.

Allgemeine Anordnung der Gesamtbauanlage[1].

Folgende Anlagen für die Wasserfassung und Ableitung der Isar und für die Nutzbarmachung der Kraft sind vorgesehen: Bei Krünn unterhalb Mittenwald ist die Wasserfassung angelegt, Abb. 2 und 3. Die Isar wird hier aufgestaut und nach einem offenen Betriebskanal umgeleitet, der sich bis Wallgau am linken Ufer hinzieht und hier in einen Stollen zur Durchschneidung der Wasserscheide zwischen dem Isar- und Obernachtale übergeht. Das Wasser wird dann dem Sachensee zugeleitet, wo es sich abklären soll. Am Auslauf des Sachensees ist ein Abschlußbauwerk mit 20 m breitem Überlauf errichtet, das mit Grundschleuse versehen ist, damit man See und Stollen leerlaufen lassen kann. In einem künstlichen Gerinne fällt das Wasser zur Obernach ab, um in deren neugeregeltem Bett dem Walchensee zuzufließen. Diese Regelung wird durch Herstellung eines Normalquerschnittes mit Befestigung der Böschungen und Sohle durch Pflasterungen und durch Kaskaden einheitlich durchgeführt. Für später ist vom Sachensee ein fast 4 km langer Stollen nach dem Südwestufer des Walchensees nahe dem Forsthaus Einsiedler geplant, und hier soll in dem Obernachwerk der Höhenunterschied von rd. 60 m zwischen Sachen- und Walchensee nutzbar gemacht werden. Die Wasserführung dieses zukünftigen Stollens soll bis 16 m³/s betragen, so daß 10 000 PS als Höchstleistung erschlossen werden können.

Für eine bessere Ausnutzung der Speicherfähigkeit des Walchensees wird an dessen Auslauf bei Niedernach eine Regelungsschleuse mit zwei Öffnungen von je 7 m Weite errichtet, so daß späterhin nur noch die Hochwasser des Sees abströmen.

Das Kraftwasser wird am Nordende bei Urfeld entnommen. Hier wird ein tief gegründetes Einlaufbauwerk errichtet, das den Übergang zum Druckstollen durch den Kesselberg nach dessen Nordabhang bildet. Am Ende des Stollens vermittelt das Wasserschloß den Übergang vom Stollen zu den Druckrohrleitungen, die sehr steil fast 200 m zum Maschinenhaus am Fuße des Berges abfallen. Neben dem Kraftwerk steht das Transformatorenhaus, von wo aus sich die Hochspannungs-Fernleitungen des Bayernwerkes und für die Bahnen ins Land ausbreiten. Das den Turbinen entströmende Wasser wird durch einen kurzen Unterkanal dem Kochelsee zugeführt. Der Kochelsee wird von der Loisach durchströmt, und um den Abfluß zu beherrschen, wird hier ebenfalls eine Regelungsschleuse an einem besonderen Auslaufkanal errichtet. Die untere Strecke der Loisach wird bis zur Einmündung in die Isar bei Wolfratshausen für die Abführung des vermehrten Wassers und für Kraftgewinn durch Verbreiterung und Flußregelung ausgebaut.

Zum Ausgleich für die Nachteile, die der Flößerei auf der Isar und der Jachen durch Ableitung des Isarwassers und Zurückhaltung des Abflusses aus dem Walchensee bei Niedernach entstehen, sollen Bahnen erbaut werden, die sich von Tölz hinauf bis Lenggries als Personenbahn und von hier ab im Isartale bis Vorderriß und im Tale der Jachen bis zum Walchenseeausfluß bei Niedernach als Waldbahnen zur Förderung des Holzes erstrecken werden.

Die Einzelbauwerke.

Das Wehr bei Krünn, Abb. 4 bis 8. Die Wasserfassungsanlagen in der Isar, etwa 1100 m oberhalb des Ortes Krünn, bestehen aus dem Wehr, einem sich rechts daran bis zum Hochufer anschließenden Damm und dem Kanaleinlauf. Die eigentliche Wehranlage ist ein fester Überfall von 43 m Länge, wodurch die Isar um 4 m angestaut wird. Der Wehrkörper ist in Beton mit Verputz hergestellt und zwischen eisernen Spundwänden auf festen Kies, zum Teil auf gerammten Pfählen gegründet, Abb. 5. Der sanft ansteigende Abfallboden ist zum Schutz des Betons gegen den Angriff des überstür-

[1] Die Angaben in den nächsten beiden Abschnitten sind zum Teil entnommen der kleinen Druckschrift: „Das Walchenseewerk", herausgegeben aus Anlaß der Ausstellung 1921 vom Staatsministerium des Innern, oberste Baubehörde, Abteilung für Wasserkraftnutzung und Elektrizitätsversorgung.

Abb. 4. Lageplan.

Abb. 5. Schnitt durch das feste Wehr.

Abb. 6. Schnitt durch die Hochwasserschleuse (Floßschleuse).

Abb. 4 bis 8. Wehranlage bei Krünn.

zenden Gerölles mit einem Holzbelag bedeckt, der sich bei den meisten Bauwerken dieser Art in Bayern als kennzeichnendes Merkmal vorfindet. Die Wehrkrone liegt auf + 870 NN. Neben diesem festen Körper liegen zwei Öffnungen mit beweglichen Verschlüssen.

Die Hochwasserschleuse, Abb. 6, die zugleich als Floßdurchgang dient, hat 10 m Weite und ist durch ein Walzenwehr abgeschlossen; die danebenliegende Grundablaß- oder Spülschleuse, Abb. 7, hat 4 m Weite und Abschluß durch Schützenzüge. Die Wehrverschlüsse erhalten elektrischen Antrieb. Auch diese Bauten sind zwischen eisernen Spundwänden 4,5 bis 6 m tief gegründet, und der Beton ist ebenfalls durch Bohlenbelag geschützt. Das Abführvermögen der Grundablässe ist so eingerichtet, daß das größte bekannte Hochwasser der Isar vom Jahre 1910 mit 160 m³/s hier durchfließen kann, ohne die feste Wehrkrone zu erreichen. Wenn sämtliche Wehröffnungen geschlossen sind, würden bei diesem Hochwasser die Verschlüsse wie das feste Wehr um 1,20 m überströmt werden.

Der Abschlußdamm am rechten Ufer, Abb. 4, ist in Kies geschüttet und mit einer Spundwand abgeschlossen. Die eisernen Spundbohlen stehen etwa 6 m tief im Isarbett und ragen 3 m über die Flußsohle in den Dammquerschnitt hinein. Oberhalb dieses Dammes liegen Leitwerke, die mit Kiesschüttung verfüllt sind.

Das Einlaufbauwerk am linken Ufer bildet den Übergang zum Werkkanal. Der Kanaleinlauf, Abb. 8, ist durch eine Mauer abgeschlossen, deren Überfallhöhe mit 868,30 und 867,90 NN rd. 2 m über der Wehrsohle liegt, um das Geschiebe möglichst vom Eintritt in den Kanal fernzuhalten. Diese hohe Lage der Einlaufschwelle ist eine der Notwendigkeiten bei geschiebeführenden Gebirgsflüssen. Gegen den Fluß hin liegt davor das zur Spülschleuse führende Gerinne. Die Verbreiterung hinter dem Kanaleinlauf liegt ebenfalls etwas vertieft gegenüber der Sohle des anschließenden Kanals und wird durch eine Kiesschleuse entlastet, die in das Unterwasser der Spülschleuse mündet. Eine Verschlußeinrichtung ermöglicht es, den Kanal gegen die Isar bis über Hochwasser vollkommen abzuschließen.

Der Betriebskanal. Am Beginn des Kanals ist eine Regelungsschleuse eingebaut, Abb. 8, und von hier aus zieht sich der Kanal am Rande der Hochterrasse bei Krünn vorüber und im Vorlande weiter bis Wallgau in 3000 m Länge hin. Bei Wallgau sind der Finzbach, der hier starke Kiesfelder ablagert, und die Staatsstraße unterdükert. Die Lage am Hange bei Krünn, halb im Einschnitt, halb im Auftrag, in kalkigem Kies, der bei Durchfeuchtung aufweicht, hat seinerzeit mancherlei Bedenken und Widerstreit der Meinungen und Befürchtungen in der Bevölkerung hervorgerufen. Es war u. a. die Überführung des Kanals an der Hochterrasse auf besonderem Damm oder mittels freitragender Überführung in

Abb. 7. Schnitt durch die Spülschleuse.

Abb. 8. Schnitt durch den Kanaleinlauf

Abb. 9. Querschnitt der Kanalstrecke: Wehr-Stolleneinlauf bei Wallgau für $Q = 25$ m³/s.

Abb. 10. Normalprofil der Kanalstrecke: Stollen-Sachensee.

Abb. 11. Querschnitt der Kanalstrecke dicht unterhalb des Sachensees.

Abb. 9 bis 11. Querschnitte des Kanales Isar-Obernach. 1 : 300.

Abb. 12. Querschnitt des Stollens Wallgau – Sachensee.

Berechnung der größten Fördermenge

$Q = vF_w = 25{,}01$ m³/s

F_w, wasserberührter Durchflußquerschnitt, $= 11{,}50$ m²

v, Wassergeschwindigkeit, $= c\sqrt{RI} = 2{,}175$ m/s

R, hydraulischer Radius $= 1{,}15$ m

I, Gefälle $= 0{,}9$ vT

c, Beiwert $= 67{,}68$

Für 1 m Stollenlänge ergeben sich bei Stollenquerschnitt

	im festen Gebirge	in Druckstrecken
Vollausbruch m³	16,26	18,9
Beton m³	3,68	6,4
Verputz m³	12,9	12,9

Eisenbeton vorgeschlagen. Die Kanalquerschnitte sind aus Abb. 9 bis 11 ersichtlich. In der oberen Strecke bis Wallgau, Abb. 9, ist eine Sohlenbreite von 2,30 m vorhanden, und die Wandungen sind in 4 : 5 geneigt. Sie sind mit einer 20 cm dicken Betonlage bis 50 cm über dem höchsten Wasserspiegel bedeckt, die in Feldern von etwa 6 m Breite an Ort und Stelle angebracht wurde; die Betonlage dient zur Abdichtung sowie zur Verminderung der Reibung. Es ist das eine in Bayern jetzt sehr beliebte Bauweise. Das Sohlengefälle beträgt 0,3 vT, die Wassertiefe 3,15 m.

Die Wasserführung beträgt, wie bemerkt, im Höchstfalle 25 m³. Das Abführvermögen ist also etwa auf Mittelwassermenge der Isar bemessen. Im allgemeinen sollte man eine solche Wasserableitung, wie hier geschehen, eher leistungsfähiger als zu eng wählen. Man hat dann die Möglichkeit, gelegentlich Sommer- oder wenn auch selten vorkommende Winterfluten der Isar besser zu erfassen. Eine Auffrischung des Walchensees auch im Sommer wird für die Speicherung immer erwünscht sein. Es hat sich in allen Talsperrenbetrieben als vorteilhaft erwiesen, nicht nur mit einer e i n maligen Füllung des Stauraumes zu rechnen, sondern mit einer im Jahresmal mehrfach wiederholten Anreicherung und Auffüllung. Man sollte nichts unterlassen, was geeignet ist, den Wasservorrat zu vermehren. Die Erfahrung hat tausendfältig gelehrt, daß man nie Wasser genug haben kann, und daher scheint es geboten, Wasservorräte nicht nur im Jahreslauf auszugleichen, sondern auch den Überschuß reicher in wasserarme Jahre hinüberzubringen. Dazu bedarf es ebenso wie großer Vorraträume auch eines bedeutenden Leistungsvermögens der Zuleitungen.

D e r S t o l l e n W a l l g a u - S a c h e n s e e. Durch die Wasserscheide zwischen Isar und Obernach wird das Wasser freifließend in einem Stollen von rd. 1500 m Länge hindurchgeführt. Der Querschnitt ist in Abb. 12 dargestellt. Das Stollengewölbe ist parabolisch 3,80 m hoch und 4 m weit. Das Sohlengefäll beträgt 0,9 vT, und der Stollen hat für die Wasserführung von 25 m³/s 11,5 m² Durchflußquerschnitt. Die Leistungsfähigkeit ist in der neben der Abbildung stehenden Berechnung nachgewiesen, wo auch Angaben über den Stollenausbruch und Baustoffverbrauch gemacht sind. Der Stollen erhält verschiedenen Ausbau in festen und in druckhaften Gebirgstrecken und ist mit Sohlenentwässerung versehen.

Abb. 10 und 11 zeigen die Kanalquerschnitte auf der Strecke vom Stollen bis zum Abschlußbauwerk am Sachensee und am Abschlußbauwerk (Sachengrabenregelung). [1114]

(Fortsetzung folgt.)

Torfgewinnung in Finnland nach einem neuen Verfahren.

In den finnischen Mooren beim Haltepunkt Juurikorpi ist ein neues Verfahren der Torfgewinnung, H y d r o t o r f - V e r f a h r e n genannt, erprobt worden, das gegenüber den bisherigen Gewinnungsarten für Torf bedeutende Vorteile aufweist. Der Grundgedanke des neuen Verfahrens ist der, mit einem Wasserstrahl den Rohtorf loszureißen und ihn in eine von Strünken freie gleichartige Masse zu überführen, die mit einer kräftigen Pumpe auf das Trockenfeld gepumpt wird. Anfang August 1920 ist das erste Hydrotorfwerk in Betrieb genommen worden. Das bisherige Arbeitsverfahren, wobei der Rohtorf mit der Hand ausgegraben wird, war schon wegen der in den finnischen Mooren häufig vorkommenden, die Arbeit sehr behindernden Baumstrünke unwirtschaftlich. Der Wasserstrahl dagegen legt die Baumstrünke bloß und reinigt sie vollkommen. Eine auf dem für das Verfahren erforderlichen Pumpen- und Kranwagen angebrachte Baumstrunkschere zerkleinert die Strünke und schafft sie fort, so daß in der Arbeit des Torflösens keine Unterbrechung eintritt. Das Graben besorgen zwei Wasserstrahlen von 15 bis 20 at Druck, die je von einer elektrisch getriebenen Zentrifugalpumpe von 75 m³/h Leistung gespeist und deren Düsen von je einem Arbeiter bedient werden. Der starke Wasserstrahl durchschneidet wie ein Messer die oft recht zähe Außenschicht des Torfes. Der Energiebedarf der Wasserpumpen beträgt etwa 125 PS.

Die gelöste Torfmasse von dünnbreiiger Beschaffenheit sammelt sich am Boden der Torfgrube; man verdünnt sie dort noch weiter durch den Wasserstrahl, um eine möglichst hohe Gleichförmigkeit zu erreichen. Der Torfbrei wird dann aus der Torfgrube durch eine ebenfalls elektrisch betriebene Turbopumpe mit stehender Welle angesaugt. An der Pumpe angebrachte Schneiden, die über 4000 Schnitte in der Minute machen, unterstützen wirksam die feine Mischung der Torfmasse. Sollte trotzdem irgendein härterer Gegenstand in den Einlauf gezogen werden, so wird die Pumpe augenblicklich abgestellt dadurch, daß einige Sicherheitszapfen brechen.

Zur Weiterbeförderung der durch die Turbine angesaugten Masse ist oberhalb der Turbosaugpumpe auf die gleiche Welle eine Kreiselpumpe aufgesetzt; sie drückt die Torfmasse durch einen Rohrstrang auf das Trockenfeld. Die Druckpumpe liefert 300 m³/h. Für den Betrieb von Saug- und Druckpumpe sind zusammen 75 bis 80 PS erforderlich. Die gesamte Pumpanlage hängt mit dem Einlauf des Verteilrohres frei an dem Haken eines auf dem Pumpenwagen aufgestellten Kranes, so daß die Pumpen gehoben und gesenkt werden können, je nachdem es die Höhenlage der Torfmasse in der Grube erfordert.

Das Verteilrohr besteht aus 4 m langen Rohrschüssen, die mittels leicht zu öffnender Kuppelflansche miteinander verbunden sind. Auf dem Trockenfeld läßt man die dünnflüssige Torfmasse sich in einer 25 cm hohen Schicht ablagern, die von einer 35 cm hohen Umwallung aus Torf und von den Torfgrabenwällen begrenzt wird.

Insgesamt ergibt sich, daß die Anlage, abgesehen von der Oberleitung, acht bis zehn Arbeiter beschäftigt; an Energie sind etwa 200 PS notwendig, die erforderliche Wassermenge beträgt bis zu 150 m³/h. Gewonnen werden 300 m³/h Rohtorf von 95 vH Wassergehalt, entsprechend rd. 20 t Trockentorf von 25 vH Wassergehalt. Rechnet man im Mittel in der 75tägigen Arbeitzeit des Jahres infolge Nebenarbeiten und allerlei Störungen mit der Hälfte der möglichen Ausbeute, so werden 6000 t Trockentorf gewonnen, von denen noch bis zu 5 vH als Brennstoff für den Kraftbedarf abgehen. Bei Handarbeit fördert eine Rotte von zehn Arbeitern etwa 20 m³/h Rohtorf von 85 vH Wassergehalt, entsprechend rd. 4 t Trockentorf. In der 75tägigen Arbeitzeit, wieder mit 50 vH der möglichen Ausbeute gerechnet, würden nur 1200 t Trockentorf gewonnen werden. Eine vollständige Wirtschaftsrechnung des neuen Verfahrens ist allerdings an der Hand dieser Zahlen nicht möglich, da in unsrer Quelle die Kosten der Maschinenanlage nicht angegeben sind. (Mitteilungen des Unterweser-Bezirksvereines deutscher Ingenieure Juni/Oktober 1922) [M 262] Sd.

Elektrische Dampferzeugung.

Von Regierungsrat Dr.-Ing. Edgar Zeulmann, Berlin.

Die Dampferzeugung durch Elektrizität gewinnt in Anbetracht der erheblichen Verteuerung der Brennstoffe namentlich für solche Betriebe erhöhte Bedeutung, in denen elektrische Energie aus Wasserkraftwerken billig zur Verfügung steht und in Wettbewerb mit der aus Brennstoffen erzeugten kalorischen Energie treten kann. Von den für die Praxis in Betracht kommenden Arten der elektrischen Dampferzeugung, nämlich durch mittelbare und wasserberührte Widerstandheizung, insbesondere aber durch Elektrodenheizung werden einige Ausführungsformen näher beschrieben. Zum Schluß werden die baulichen Besonderheiten der Elektrodendampfkessel erörtert.

In vielen gewerblichen Unternehmungen, z. B. Papier- und Zellstoffabriken, in Spinnereien und Webereien, in chemischen Fabriken und Brauereien werden für den Arbeitsprozeß mehr oder weniger erhebliche Dampfmengen gebraucht, die zum Betriebe von Heiz- und Kochkesseln, von Trockenzylindern, Trockenkammern, zur Luftbeheizung usw. dienen. Die Erzeugung des erforderlichen Dampfes macht in Anbetracht der knappen und unregelmäßigen Kohlenzufuhren, auf die die Betriebe voraussichtlich auch in Zukunft angewiesen sein werden, vielfach bedeutende Schwierigkeiten. Hierzu kommen noch andre nicht minder schwerwiegende Umstände, wie die Verschlechterung des Heizwertes der Brennstoffe und deren erhebliche Verteuerung. Schon während der Kriegzeit ist man deshalb, insbesondere in kohlenarmen Ländern wie in der Schweiz, in Skandinavien, Italien und neuerdings auch in Süddeutschland und im Alpengebiet, wo große Wasserkräfte zur Verfügung stehen, dazu übergegangen, den Dampf durch elektrische Energie zu erzeugen.

Der Vorteil der elektrisch beheizten Dampfkessel besteht zunächst in der äußerst einfachen, bequemen und sauberen Bedienung; es sind keine platzraubenden Lager für die Brennstoffe erforderlich, keine kostspieligen Anlagen zum Fördern des Brennstoffes bis ins Kesselhaus und zum Beseitigen der Verbrennungsrückstände, keine Rauchgänge und Schornsteine; die Umgebung wird auch nicht durch Rauch, Ruß oder Flugasche belästigt. Weitere Vorzüge der elektrischen Dampferzeugung liegen in der sofortigen Betriebsbereitschaft und kurzen Anheizdauer der Kessel, ferner in einer wesentlichen Ersparnis an Bedienungsmannschaften. Z. B. wurden in einer schwedischen Papier- und Sulfitfabrik, die mit sieben elektrisch beheizten Dampfkesseln von je 2000 kW Leistung ausgerüstet worden war, nicht weniger als 17 Mann an Kesselheizern und Hilfsarbeitern überflüssig, die sonst zum Abladen und Lagern der Kohlen, zum Beseitigen der Verbrennungsrückstände usw. erforderlich waren.

Ausschlaggebend für die Anwendung der elektrischen Heizung bleibt jedoch der Herstellungspreis für den erzeugten Dampf, der zum mindesten den Preis des durch Brennstoffheizung gewonnenen nicht übertreffen darf, wenn die elektrische Dampferzeugung noch wirtschaftlich sein soll. Zur Beurteilung der Gestehungskosten ist zunächst die zum Erzeugen von 1 kg Dampf erforderliche Brennstoffmenge in Beziehung zu dem bei der Elektrobeheizung nötigen Strombedarf zu bringen.

Um 1 kg Wasser von 0° C in Dampf von 100° C zu verwandeln, sind an Erzeugungswärme $100 + 537 = 637$ kcal erforderlich. Die im Brennstoff enthaltene kalorische Energie kommt aber nur zum Teil der Dampferzeugung zugute; der Rest bleibt in unverbrannten Bestandteilen auf dem Herd zurück, entweicht als freie Wärme mit den Rauchgasen durch den Schornstein oder geht schließlich durch Strahlung und Leitung an den Außenraum verloren. Der Wirkungsgrad der Brennstoffheizung, d. h. das Verhältnis der in Dampf umgesetzten Wärmemenge zur gesamten aufgewendeten kalorischen Energie, ist je nach der Art der Feuerungsanlage und des verfeuerten Brennstoffs außerordentlich verschieden. Bei neuzeitlichen Kesselanlagen, in denen feste Brennstoffe verfeuert werden, beträgt der Wirkungsgrad etwa 50 bis 70 vH, im Mittel also 60 vH. Etwas höher ist er bei Verwendung flüssiger Brennstoffe, z. B. Teeröl; er beträgt dann im Mittel 70 vH.

Abb. 1. Ausnutzung der aus Wasserkraft gewonnenen Energie in einem elektrisch beheizten Dampfkessel.

Potentielle Energie einer Wasserkraftanlage zu 100 Einheiten angenommen:
a Verluste im Zuführungskanal zur Wasserturbine 7 Einheiten
b Verluste in der Wasserturbine 17 Einheiten
c Verluste im elektr. Stromerzeuger 3 Einheiten
d Verluste in den Fernleitungen 7,5 Einheiten
e Wärmeverluste bei der Dampferzeugung 4,5 Einheiten

Bei der Elektrobeheizung wird der elektrische Strom durch einen Körper von hohem elektrischem Widerstandsvermögen geleitet und erzeugt dort Wärme; es entspricht dann bekanntlich 1 kWh einem Wärmeäquivalent von 845 kcal. Werden die unvermeidlichen Kesselverluste, die durch Wärmeabgabe der Kesselwände nach außen entstehen, auf Grund von Versuchen, die mit Elektrodendampfkesseln angestellt worden sind, zu höchstens 7 vH angenommen, dann liefert bei einem Wirkungsgrad der elektrischen Kesselheizung von 93 vH im praktischen Fall 1 kWh rd. 1,23 kg Dampf.

Wie eingangs erwähnt, kommt für elektrische Dampferzeugung nur solche Energie in Frage, die in Wasserkraftanlagen gewonnen wird, die also verhältnismäßig billig geliefert werden kann. Abb. 1 zeigt den Wirkungsgrad einer derartigen Anlage bei Umwandlung der potentiellen Energie in kalorische. Besonders günstig gestalten sich die Verhältnisse, wenn zeitweise Überschuß- oder sogenannte Abfallenergie zur Verfügung steht. Dies ist besonders bei den Niederdruck-Wasserkraftwerken der Fall, die im Frühjahr und Herbst über erhebliche Wassermengen verfügen, während zu dieser Zeit die Abgabe von Lichtenergie verhältnismäßig gering ist. Energieüberschüsse, die an sich nur gering sind und zur Deckung des Wärmebedarfs nicht ausreichen, lassen sich ferner aufspeichern, und zwar so, daß der mit Nachtstrom oder Überschußenergie erzeugte Dampf in großen wärmeisolierten Speicherkesseln angesammelt und während der Tageszeit seinem Verwendungszweck zugeführt wird. Der erforderliche Wärmenachschub kann tagsüber dadurch ergänzt werden, daß der Elektrokessel mit elektrischer Energie von neuem geheizt wird.

Abb. 2. Dampfkessel mit Kohlenfeuerung und elektrisch geheiztem Zusatzkessel.

Die Aufstellung eines elektrischen Zusatzkessels, Abb. 2, gibt die Möglichkeit, abgesehen von der Vergrößerung der gesamten Leistung, Druck- und Belastungsschwankungen auszugleichen, die sonst in Dampfanlagen bei stoßweisem Betrieb unvermeidlich sind. Anderseits ergibt sich für die stromliefernden Kraftwerke der Vorteil, durch Abgabe von Überschußenergie für Elektrobeheizung — selbst zu niedrigem Preis — den Belastungsfaktor und damit die Rentabilität des Werkes beträchtlich zu verbessern.

Inwieweit es sich lohnt, zur elektrischen Dampferzeugung erstklassige Kraft zu verwenden, d. h. solche, die 8760 Stunden im Jahre lieferbar ist, hängt hauptsächlich vom Verhältnis zwischen Brennstoff-, Dampf- und Strompreisen ab.

Zahlentafel 1 gibt einen Anhalt für die Gestehungskosten von 1000 kg Dampf bei verschiedenen Brennstoffpreisen und Verdampfungsziffern sowie bei Erzeugung in elektrisch beheizten Kesseln zu verschiedenen Strompreisen. Die elektrische Dampferzeugung wird dann noch wirtschaftlich sein, wenn ihr Dampfpreis sich nicht höher stellt als bei Brennstoffheizung. Zahlentafel 1 zeigt, daß z. B. bei fünffacher Verdampfung der Preis für 1 kg Brennstoff selbst den vierfachen Betrag des Preises für 1 Kilowattstunde, nämlich 6 ℳ, er-

Abb. 3 u. 4. Anordnung und Stromverbindung isolierter Heizdrahtspiralen in den Siederohren eines Dampfkessels.

Zahlentafel 1.
Dampfpreis bei Brennstoff- und elektrischer Heizung.

Brennstoffpreis M/1000kg	800	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000
Verdampfung 3 fach, Dampfpreis M/1000 kg	267	333	500	667	833	1000	1333	1667	2000	2334	2667	3000
[illegible] „ „	200	250	375	500	625	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250
5 „ „	160	200	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800
6 „ „	133	167	250	333	417	500	667	833	1000	1170	1333	1500
7 „ „	114	143	214	286	357	428	572	715	857	1000	1140	1300
[illegible] „ „	100	125	187	250	312	375	500	625	750	875	1000	1100
9 „ „	89	111	167	222	278	333	144	556	667	779	890	1000
Strompreis M/kWh	0,25	0,5	0,8	1	1,25	1,5	2	3	4	5	6	7
Dampfpreis M/1000 kg	200	400	640	800	1000	1200	1600	2400	320	4000	4800	5600

reichen darf, ohne daß der Elektrodampfkessel außer Wettbewerb mit dem Brennstoffdampfkessel käme; denn für beide Fälle beträgt der Preis für 1000 kg Dampf 1200 *M*. Im einzelnen Fall bedarf es naturgemäß einer genauen Prüfung und Rentabilitätsberechnung, welcher von beiden Heizungsarten der Vorzug zu geben ist.

Elektrische Energie kann in Wärme oder Dampf in verschiedener Weise umgewandelt werden: durch die Induktionswirkung des elektrischen Stromes, durch Erzeugung eines elektrischen Lichtbogens oder dadurch, daß der Strom einen Widerstand durchfließt. Bisher hat nur die letztgenannte Art der elektrischen Dampferzeugung in der Praxis allgemein Eingang gefunden, während die beiden ersten Anwendungsmöglichkeiten in der Hauptsache in der Patentliteratur vorkommen oder sich noch im Versuchzustand befinden.

Bei der Dampferzeugung mittels elektrischer Widerstandheizung unterscheidet man:

1. die mittelbare Widerstandheizung durch isolierte Leiter,
2. die wasserberührte Widerstandheizung,
3. die Elektrodenheizung.

Zunächst sei hervorgehoben, daß zur Dampferzeugung elektrische Energie beliebiger Art dienen kann, also Gleichstrom oder Wechselstrom, und zwar Einphasenwechselstrom oder Drehstrom. In bezug auf die Einrichtungen, mit der diese Umwandlung vollzogen werden soll, ist jedoch die Stromart und auch die Spannung nicht gleichgültig. Gleichstrom eignet sich nur dort, wo der elektrische Widerstand nicht in unmittelbare Berührung mit dem Kesselwasser kommt, also für mittelbare Widerstandheizung, sonst besteht die Gefahr der Zersetzung des Wassers unter Bildung von Knallgas. Wechselstrom kann, unter Niederspannung (bis etwa 750 V) für alle Bauarten von elektrischen Dampferzeugern benutzt werden; unter Hochspannung — namentlich bei großen Leistungen — ist dagegen die mittelbare sowie die wasserberührte Widerstandheizung ungeeignet, weil der Aufwand an Widerstandleitern zu groß und der Einbau einer ausreichenden Isolation unmöglich sein würde. Für hochgespannten Strom kommt deshalb die Elektrodenbeheizung in Betracht. Mit Elektrodendampfkesseln beherrscht man heute Spannungen bis zu 20 000 V, und es ist wahrscheinlich, daß diese Spannungsgrenze im Laufe der Zeit noch bedeutend höher gesetzt werden kann.

Im folgenden sollen nun die wichtigsten Bauarten von Elektrodampfkesseln kurz beschrieben werden.

Elektrodampfkessel mit mittelbarer Widerstandheizung.

Bei der Widerstandheizung wird eine so hohe Stromstärke durch den Leiter geschickt, daß dieser sich erhitzt und die entwickelte Wärme an die Kesselflüssigkeit abgibt. Die Heizwiderstände, die zweckmäßig aus Drahtspiralen von Chromnickelstahl bestehen, werden entweder isoliert in die Siederohre des Dampfkessels gelegt, Abb. 3 und 4, oder in besonderen Tauchrohren angeordnet, Abb. 5. Das Einbringen der isolierten Heizspiralen in Tauchrohren hat verschiedene Vorteile. Zunächst hat das Tauchrohr nur eine Walzstelle, während ein Siederohr an beiden Enden eingewalzt werden muß. Sodann können Tauchrohrkörper und -kessel für sich fabrikmäßig hergestellt und erst am Betriebsort zusammengebaut werden. Solche Tauchrohrkessel lassen sich dementsprechend auch leichter auseinandernehmen und ausbessern. Bei größeren Leistungen wird die Zahl der Tauchrohre entsprechend vergrößert, Abb. 6.

Das Zusammenarbeiten eines solchen von der Maschinenfabrik Orlikon (Schweiz) für eine Weberei ausgeführten Kessels mit einem Dampfspeicher zeigt Abb. 7. Die Kesselleistung wird von der Schalttafel aus geregelt durch Zusammenschalten der in den Tauchrohren eingebauten Heizspiralen in Gruppen. Schließlich veranschaulichen Abb. 8 und 9 einen elektrischen Niederdruck-Dampfkessel für Zentralheizungen mit Ober- und Unterkessel für 2 at Betriebsdruck.

Eine besondere Anwendung der elektrischen Heizung von Dampfkesseln stellen die in die Feuerrohre eines vorhandenen Kessels einschiebbaren Heizkörper dar. Sie können dazu dienen, brennstoffbeheizte Dampfkessel nachts oder an Feiertagen unter Druck zu halten. Als eigentliche Dampferzeuger reichen sie meistens nicht aus, wohl aber zum Erwärmen von Badewasser. Ein solcher Heizkörper, Abb. 10, besteht aus mehreren Heizgliedern, die aus schlangenförmig gebogenen, parallel zueinander liegenden Metallbändern mit hohem elektrischem Widerstandvermögen zusammengesetzt sind. Zum Inbetriebsetzen der Kesselheizung wird zuerst ein Eisenrahmen

Abb. 5. Tauchrohrheizkörper der Maschinenfabrik Oerlikon.

Abb. 6. Elektrischer Dampf-Speicherkessel mit Tauchrohrheizkörper.

Abb. 7. Elektrokessel mit Widerstandheizung in Verbindung mit einem Dampfspeicher der Maschinenfabrik Oerlikon.

Abb 8 u. 9.
Elektrischer Niederdruck-Dampfkessel mit herausziehbarem Röhrenheizkörper.

auf den Rost gelegt und sodann der Heizkörper darüber durch die Feuertür hineingeschoben. Soll mit Brennstoff weitergeheizt werden, so wird der elektrische Heizkörper wieder herausgezogen.

Eine andre Art der elektrischen Widerstandheizung bildet die Überhitzung des im Elektro- oder auch im brennstoffbeheizten Kessel erzeugten Dampfes. Durch eine Einrichtung nach Abb. 11 kann Dampf unmittelbar an der Verbrauchstelle auf eine Temperatur bis etwa 500° C überhitzt werden.

Elektrodampfkessel mit wasserberührter Widerstandheizung.

Bei dieser Art der Beheizung werden die Heizdrahtspiralen so in den Kessel gelegt, daß sie unmittelbar mit dem zu verdampfenden Wasser in Berührung kommen. Hierbei sind zwei Ausführungsarten möglich: entweder verläuft der Strom ausschließlich im Widerstandsdraht, Abb. 12, oder er geht teils durch den Draht, teils durch das Wasser, Abb. 13. Bei der Anordnung nach Abb. 12 werden die Heizdrahtspiralen in ein an den Enden offenes Isolierrohr verlegt, durch das das Wasser zur Kühlung der Drähte umlaufen kann. Bei der andern Bauart, die ein Mittelding zwischen der wasserberührten Widerstandheizung und der Elektrodenheizung darstellt, werden verschiedene beiderseits offene Isolierrohrstücke benutzt, so daß der Strom durch das Wasser unmittelbar an andere Pole gelangen kann. Diese Anordnung ist durch die besonderen Widerstandverhältnisse der Eisendrahtspiralen und des Kesselwassers begründet. Dadurch, daß bei steigender Temperatur das Leitvermögen der Heizdrähte zunimmt und das des Wassers abnimmt, wird, wenn der elektrische Strom teils durch das Metall, teils durch das Wasser fließt, die Summe beider Wärmeleitungen annähernd gleich bleiben. Dies hat den Vorteil, daß bei großen Temperaturschwankungen der Kesselflüssigkeit, z. B. auch beim Anheizen, keine besondere Wartung des Kessels erforderlich ist. Die Leistung wird auch bei der Heizung durch wasserberührte Widerstände mittels Zu- oder Abschaltens von Heizdrahtspiralen in Stufen geregelt. Brown, Boveri & Cie. haben Dampfkessel dieser Bauart für Spannungen bis zu 1000 V ausgeführt. Der Nutzeffekt ist bei wasserberührter Widerstandheizung größer als bei isolierter Widerstandheizung. Abb. 14 zeigt schematisch die Anordnung eines derartigen Kessels für Anschluß an dreiphasigen Wechselstrom, von dem jedoch nur eine Phase gezeichnet ist. Der Strom tritt bei der Klemme a ein, durchläuft die vier Heizspiralen b und tritt bei c in die Kesselwand über, die den Nullpunkt des Drehstromkreises bildet. Die Heizspiralen sind senkrecht angeordnet und mit Spiel von den offenen Isolierröhren d umgeben, so daß bei Erwärmung ihres Wasserinhalts ein äußerst lebhafter Umlauf des Wassers stattfindet. Sobald sich das Wasser erwärmt, fließt infolge Abnahme seines elektrischen Widerstandes ein Teil des Stromes nicht durch sämtliche Heizwiderstände, sondern von diesen durch das Wasser in die Kesselwandung.

Abb. 11.
Kessel für Tokio zur Überhitzung, 300 kW, 380 V (ausgestellt in Essen 1921).

Elektrodampfkessel mit Elektrodenbeheizung.

Eine Reihe Mängel, die der mittelbaren und der wasserberührten Widerstandheizung anhaften, haben neuerdings allgemein zur praktischen Verwendung des sogenannten Elektrodendampfkessels geführt, bei dem besondere Elektroden in die Kesselflüssigkeit eintauchen und diese selbst den elektrischen Widerstand bildet. Der Vorteil der Elektrodenbeheizung besteht vor allem darin, daß die unmittelbare Verwendung hoher Stromspannungen ohne weiteres möglich ist. Hierbei kommen die bedeutenden Anschaffungskosten eines besonderen Transformators in Wegfall, die meistens höher sind als die des Dampferzeugers selbst, und der dafür erforderliche Platz, auch die Verluste im Transformator werden vermieden. Dazu kommt noch, daß die im Kesselwasser enthaltenen Kesselsteinbildner im Elektrodendampfkessel ausgeschieden werden, ohne an den Elektroden hängen zu bleiben.

Abb. 12. Stromleitung nur durch den Widerstandsdraht.

Abb. 13. Stromleitung durch den Widerstandsdraht und Wasser.

Abb. 14. Anordnung nackter Heizdrahtspiralen in Isolierrohren, die durch polierte Leitungen miteinander verbunden sind.

Abb. 10. Heizkörper für Kesselbereitschaftheizung der Maschinenfabrik Oerlikon.

Der Grund dafür ist offenbar der, daß der Kesselstein von dem sich an den Elektroden bildenden Dampf fortwährend wieder weggesprengt wird. Da ferner die Wandungen des Kessels keine höheren Temperaturen als dessen Wasserinhalt aufweisen können, bleiben die Kesselsteinbildner als feiner Schlamm bestehen, ohne daß sie zu Kesselstein festgebrannt werden. Der feine Schlamm sammelt sich an der tiefsten Stelle des Kessels und kann durch eine am Boden angebrachte Öffnung mühelos ausgeschwemmt werden. Ein Sodazusatz ist hier also nicht erforderlich, wie bei den mit Brennstoff beheizten Kesseln; im Gegenteil würde ein solcher Zusatz die Widerstandverhältnisse im Wasser vollständig ändern, da Soda die Leitfähigkeit des Wassers erhöht.

Zum Betrieb von Elektrodendampfkesseln ist, wie bereits erwähnt, nur Wechselstrom verwendbar, weil Gleichstrom das Wasser elektrolytisch in Wasserstoff und Sauerstoff spaltet, wodurch das explosible Knallgas entsteht. Brown, Boveri & Cie. haben in eingehenden Laboratoriumsversuchen festgestellt, daß das Wasser auch bei Anwendung von Wechselstrom ganz schwach zersetzt wird, aber nur, wenn es angesäuert ist. Die geringe Menge von Knallgas, die allenfalls im gewöhnlichen Kesselwasser entstehen könnte, löst sich im Wasser wieder vollständig auf. Selbst wenn sich größere Mengen von Knallgas im Kessel bilden sollten, wäre das belanglos, da sich gezeigt hat, daß ein Gemisch von 5 Raumteilen Wasserdampf und 1 Raumteil Knallgas auf keine Weise zur Explosion gebracht werden kann. Diese Versuche haben mit Wechselstrom von 15 000 V bei 16⅔ Per./s stattgefunden. Bei den meist gebräuchlichen höheren Periodenzahlen ist demnach eine den sicheren Betrieb beeinträchtigende Knallgasbildung noch weniger zu befürchten.

Die zahlreichen Bauarten von Elektrodenkesseln unterscheiden sich nach der Art ihrer Regelung; diese kann in der Weise erfolgen, daß

1. die Eintauchtiefe der Elektroden durch Verschieben in senkrechter Richtung oder durch Verändern des Flüssigkeitsspiegels verändert wird;
2. die Elektroden teilweise durch Isolierrohre abgedeckt werden, die verstellbar angeordnet sind;
3. der die Elektroden umgebende Flüssigkeitsquerschnitt verändert wird;
4. die Beschaffenheit des Kesselspeisewassers durch Zufuhr von Kondensat oder Frischwasser verändert wird.

A u s f ü h r u n g v o n E l e k t r o d e n k e s s e l n. Im folgenden werden einige der bekanntesten Ausführungsformen von Elektrodendampfkesseln beschrieben, die sich durch andere Bauarten noch erweitern ließen.

Der A E G - K e s s e l. In einem wärmeisolierten Kesselmantel sind Metallelektroden mittels abgedichteter isolierter Durchführungen angeordnet. Die Elektroden sind von Rohren umgeben, die aus dem Kesselwasser Flüssigkeitsäulen abtrennen und mit dem übrigen Kesselinhalt in Verbindung stehen. Das Wasser in diesen Rohren bildet selbst den Widerstand für den elektrischen Strom, wird durch ihn erhitzt und verdampft.

Bei Netzspannungen bis zu 1000 V wird der Widerstand der an sich schlecht leitenden Wassersäule möglichst gering gehalten und die Elektrodenanordnung so getroffen, daß der Strom die Wassersäule auf dem kürzesten Wege, d. h. in radialer Richtung, durchsetzt. Das Schema dieser Bauart gibt Abb. 15. Bei Hochspannung sind für den Stromweg hohe Widerstände erforderlich. Um diese zu erhalten, läßt man den Strom in Längsrichtung durch die engen, wassergefüllten Isolierrohre verlaufen. Bei Drehstrom bilden je drei Rohre eine an die drei Phasen in Sternschaltung angeschlossene Gruppe, Abb. 16. Die Gruppenzahl ist durch die verlangte Kesselleistung bestimmt. Jede Gruppe kann für sich von der Schalttafel aus ein- und ausgeschaltet werden, wodurch eine Regelung in Stufen erreicht wird. Außerdem ist eine Feinregelung durch V e r s c h i e b e n d e s E l e k t r o d e n a b s t a n d e s möglich, die mit Handrädern bewirkt wird. An der Spindel des Handrades sitzt eine Anzeigevorrichtung, die die jeweilige Regelstellung erkennen läßt. Außerdem geht die eingestellte Leistung auch aus den Ablesungen an den Strommessern der Schalttafel hervor. Sind mehrere Gruppen vorhanden, so genügt es in den meisten Fällen, eine bis zwei davon mit Feinregelung zu versehen.

Die Einführungen in den Kessel sind zugleich für hochgespannten Strom und für hochgespannten Dampf ausgebildet. Der Kessel enthält alle vorschriftsmäßigen Armaturen für Wasser und Dampf, wie Manometer, Wasserstandglas, Sicherheitsventil, Schlammöffnungen usw. Die Elektrodengruppen sind, wie sich aus Abb. 15 und 16 ergibt, so ausgebildet, daß die Hochspannungsdurchführung, das Elektrodenrohr mit der Elektrode und die gegebenenfalls vorgesehene Regelvorrichtung an einem gemeinsamen Flansch befestigt sind. Dadurch ist es möglich, nach Lösung der Flanschschrauben die ganze Gruppe aus dem Kessel herauszunehmen.

Abb. 17 zeigt die Vorgänge beim Anheizen eines 2000 kW-Kessels für 3000 V und 8 at Druck. Dieser Kessel kommt bei voller Leistung von 2000 kW in ungefähr 55 min unter Volldampfspannung. Abb. 17 läßt ferner erkennen, daß mit voller elektrischer Leistung angefahren und auch bei veränderlichem Elektrodenabstand während der Anfahrzeit weiter gearbeitet werden kann. Der Elektrodenabstand wird etwas in Abhängigkeit von der Temperatur, dem Dampfdruck und der Alterung des Wassers verändert.

Abb. 17. Anfahrkurve eines AEG-Elektrodenkessels für 2000 kW Leistung.

Abb. 15. AEG-Elektrodenkessel für Niederspannungsstrom.

a Elektroden mit den sie umgebenden als Gegenelektroden dienenden Metallrohren — *b* Sicherheitsventil — *c* Wärmeisolation — *d* Speiseventil — *e* Stromanschlußklemmen — *f* Entlüftventil — *g* Absperrventil — *h* Injektor.

Abb. 16. AEG-Elektrodenkessel für hochgespannten Drehstrom mit Regulierantrieb.

Abb. 18. Elektrodenkessel der A E G für 2000 kW, 3000 V und 7 at.

Abb. 19. Elektrodendampfkessel, Bauart BBC.
a Porzellan-Einführungsisolator, *b* Elektrode, *c* Isolier-(Verdampfer-)Rohr, *d* Verstellgestänge zu *c*.

Abb 22. Schnitt durch einen Revel-Elektrodenkessel für Niederspannungsstrom.

Abb. 23. Zusammenbau eines Revel-Kessels mit einem Dampfspeicher.
a Schaltanlage *b* Revel-Kessel *c* Motor *d* Speisepumpe *e* Dampfspeicher.

Abb. 20. BBC-Elektrodenkessel mit selbsttäliger Leistungsregelung durch ein wärmeempfindliches Organ.

Abb. 21. Schema der selbsttätigen Leistungsregelung für Elektrodendampfkessel der Bauart BBC mittels Schwimmers.
a Einführungsisolator, *b* Elektrode, *c* Isolierrohr, *d* Schwimmer, *e* Ventil, *f* Speisepumpe, *g* Speisewasserbehälter.

Abb. 18 zeigt einen AEG-Kessel neuester Bauart. Dieser Kessel ist für eine Leistung von 2000 kW bei 3000 V Drehstromspannung und für 7 at Überdruck gebaut. Der Kesselkörper ist 4,1 m hoch und hat 2,5 m Dmr.

B B C - E l e k t r o d e n k e s s e l. Diese Bauart kennzeichnet sich dadurch, daß die stromzuführende Elektrode im Kessel fest eingebaut und von einem v e r s c h i e b b a r e n I s o l i e r r o h r umgeben ist, Abb. 19. Die Gegenelektrode bildet im allgemeinen die Kesselwand. In besonderen Fällen, wenn es sich um verhältnismäßig große Leistungen bei verhältnismäßig niedrigen Spannungen handelt, und wenn der Wasserraum ziemlich groß ist, wird eine besondere Zwischenelektrode angeordnet. Abb. 20 veranschaulicht einen derartigen Großwasserraumkessel, bei dem noch besondere Zwischenelektroden *a* als rohrförmige Verlängerungen der verstellbaren Isolierrohre *b* angeordnet sind. Das Wasser läuft dann etwa längs der gestrichelten Pfeillinien um. Der Stromübergang erfolgt einerseits zwischen den Elektroden *c* durch die oberen Öffnungen der Isolierrohre *b* nach den Zwischenelektroden *a*, anderseits durch die unteren Öffnungen der feststehenden Isolierrohre *d* nach der geerdeten Kesselwandung.

Die Kesselleistung wird durch Heben und Senken des Isolier- (Verdampfer-)Rohres in der Weise geregelt, daß die an zwei Armen *e* hängenden Isolierrohre durch einen aus dem Kessel herausragenden Regulierhebel *f* und die Achse *g* geschwenkt werden. Zwecks selbsttätiger Regelung der Wärmeerzeugung ist außerdem ein wärmeempfinliches Organ *h* — ein sogenannter Thermostat — angeordnet, das den Hebel *f* beeinflußt und somit die Drehung der Achse *g* bewirkt. Die größte Energieaufnahme entspricht der tiefsten Lage des Rohres *a*, da hierbei der Stromweg von der Elektrode zur Gegenelektrode am kürzesten ist. Die Leistung kann auch selbsttätig durch Anordnung eines mit dem Verdampferrohr verbundenen Schwimmers geregelt werden, Abb. 21. Diese Regelung wird insbesondere für kleinere Anlagen benutzt, die nachts und ohne besondere Wartung arbeiten sollen.

Elektrodenkessel in liegender Bauart für 15 000 V Betriebspannung sind versuchsweise von den Schweizerischen Bundesbahnen zur elektrischen Zugheizung in Dienst gestellt worden.

Der in Abb. 22 im Schnitt dargestellte R e v e l - E l e k t r o d e n k e s s e l wird von der Maschinenfabrik Orlikon gemeinsam mit der A.-G. Escher, Wyß & Cie. für Niederspannung und für unmittelbaren Anschluß an Hochspannungsnetze bis zu etwa 3000 V hergestellt. Das kennzeichnende Merkmal dieses Dampferzeugers sind f e s t s t e h e n d e E l e k t r o d e n, die den abhebbaren Deckel des Kessels in Durchführungen durchdringen und je nach dem Wasserstand im Kessel mehr oder weniger tief ins Kesselwasser eintauchen. Revel benutzt diese Eigenschaft zum Regeln der Leistung, indem er durch eine selbsttätig wirkende Einrichtung den Wasserstand im Kessel hebt und senkt[1]).

Infolge der gedrungenen Bauart des Revel-Kessels — der Kessel nach Abb. 22 z. B. hat nur einen äußeren Durchmesser von 620 mm bei 2,5 m Bauhöhe und erzeugt bei 500 V Klemmenspannung und 15 at Überdruck 550 kg/h Dampf — ist er sehr schnell betriebsbereit. Die kleine Wasseroberfläche wirkt aber insofern nachteilig, als ein Mitreißen von kleinen Wasserteilchen infolge der stürmischen Dampfentwicklung begünstigt wird und den Einbau von besonderen Wasserabscheidern notwendig macht. Zur weiteren Einrichtung des Revel-Kessels gehören, abgesehen von den bei allen Dampfkesseln vorgeschriebenen Sicherheitsarmaturen, eine motorisch angetriebene Kesselspeisepumpe und eine Schaltanlage, die ermöglicht, den Elektroden- und Motorstromkreis in Abhängigkeit von der Dampfentnahme selbsttätig zu verriegeln. Naturgemäß kann der Revel-Kessel, wie alle andern Bauarten elektrischer Dampferzeuger, mit einem Dampfspeicher oder einem bestehenden Dampfkessel für Brennstoffeuerung zusammen arbeiten Abb. 23 zeigt den allgemeinen Zusammenbau einer derartigen Anlage.

E l e k t r o d e n d a m p f k e s s e l der O t t o w e r k e (M ü n c h e n). Die Eigenart dieses Elektrodenkessels beruht hauptsächlich in der Anordnung von besonderen Leitkanälen in Isolierkörpern, durch die die von den Elektroden erhitzte Flüssigkeit abgeleitet wird. Die Isolierkörper haben zweckmäßig Kegelform, bei deren Verstellung in axialer Richtung der Querschnitt wie auch die Länge der stromdurchflossenen Flüssigkeitssäule verändert wird. Abb. 24 veranschaulicht eine im Kesselinnern angeordnete Vorrichtung, bei der die kegelig ausgebildeten Isolierrohre *b* die Elektroden *a* konzentrisch umschließen und in ihrer gegenseitigen Lage durch einen besonderen Antriebmechanismus, z. B. mittels einer Nürnberger Schere oder einer Kulisse, geregelt werden können. Die stromdurchflossenen Flüssigkeitsquerschnitte lassen sich auch durch radiale Verdrehung der Isolierkörper verändern, indem diese schaltzahnartige Vorsprünge erhalten, wodurch Leitkanäle mit veränderlichem Querschnitt entstehen. Dadurch, daß das Wasser in den Leitkanälen zwangläufig geführt wird, können sich keine Wasserschichten von verschiedenen Temperaturen bilden, die die Widerstandverhältnisse des Kessel-

[1]) Näheres hierüber s. ETZ 1922 S. 759 u. f. im Aufsatz des Verfassers „Die Leistungsregelung von Elektrodendampfkesseln".

Abb. 24. Reguliervorrichtung an Elektrodendampfkesseln zum Verstellen der die Elektroden umgebenden Isolierkörper. Bauart Ottowerke G. m. b. H., München.

a Elektrode
b Dampfkessel
c Durchführisolator
d Stopfbüchse
e Schußkappe
f Zuführkabel
g Entwässerungsloch.

Abb. 25. Schußkappe für die Elektrodeneinführung.

Abb. 26. Anordnung einer Hochspannungsdurchführung durch die Kesselwand, Bauart BBC.

a Elektrode — b Metallstange — c Metallkappe mit Stromanschlußklemme — d Durchführisolator — e isolierte Stehbolzen — f einander überdeckende kurze Isolierrohre — g Stopfbüchsen.

wassers ungleichmäßig gestalten und die stetige Dampferzeugung ungünstig beeinflussen.

Bauliche Besonderheiten am Elektrodendampfkessel.

Bei dem Elektrodendampfkessel macht die isolierte und dampfdichte Einführung der Elektroden in den unter Druck stehenden Kessel mancherlei Schwierigkeiten. Zunächst besteht die Gefahr, daß beim Bruch des an sich spröden Isolierstoffes (Porzellan) der unter Druck stehende Kesselinhalt durch die verhältnismäßig große Durchführungsöffnung ins Freie strömen und bedeutenden Schaden verursachen kann. Man ordnet deshalb eine im wesentlichen geschlossene Schußkappe an, die den außerhalb des Kessels gelegenen Teil des mittels Stopfbüchse gedichteten Durchführisolators umgibt, und durch die die Anschlußleitung hindurchgeführt ist. Abgesehen von der in Abb. 15 dargestellten Einrichtung, zeigt Abb. 25 eine von Brown, Boveri & Cie. vorgeschlagene Bauart einer solchen Schußkappe.

Eine andre Schwierigkeit besteht darin, Stromübergänge vom Durchführisolator auf die in der Regel geerdete Kesselwandung zu vermeiden. Dieser Fall kann namentlich beim Anheizen des Kessels eintreten, wenn der in das Innere des Kessels hineinragende Teil des Durchführisolators rasch heiß wird, während der außen liegende Teil des Isolators verhältnismäßig kühl bleibt; infolgedessen schlägt sich auf seiner Außenseite Feuchtigkeit nieder, so daß sie leitend wird und der Strom unmittelbar von den Metallteilen des Isolators zur Kesselwand übertreten kann. Wie aus Abb. 26 hervorgeht, wird dieser Übelstand dadurch vermieden, daß die Dichtung zwischen dem Durchführisolator *d* und dem stromführenden Teil *c* an das Ende des hohlen Isolators außerhalb der Kesselwand gelegt wird, so daß sich beim Anheizen der Hohlraum des Isolators mit Dampf füllt und der ganze Isolator gleichmäßig erwärmt wird. Um die in das Wasser eintauchenden Isolierrohre leicht auswechseln zu können, werden über die die Elektrode tragende Metallstange *b* kurze, einander überdeckende Isolierrohre *f* geschoben, wodurch vermieden wird, daß stets das ganze Rohr erneuert werden muß.

Als Baustoffe für die Einführisolatoren und Isolier- oder Verdampferrohre kommen Ton, Porzellan und Quarz in Frage. Die Anforderungen, die an diese Werkstoffe im Betriebe gestellt werden, sind recht hoch. Für niedrige Spannungen und niedrige Kesseldrücke genügen Tonrohre; höheren Spannungen ist dieser Werkstoff nicht mehr gewachsen. Die Einführungen in den Kessel werden allgemein aus Porzellan hergestellt, das den mechanischen Beanspruchungen vollauf genügt und auch den Wärmeschwankungen gewachsen ist, die hauptsächlich beim Anheizen des Kessels auftreten. Als vorzüglicher Isolationsstoff hat sich auch Quarz erwiesen, der gegenüber Porzellan einen sehr geringen Ausdehnungskoeffizienten hat und selbst gegen schroffe Temperaturunterschiede vollkommen unempfindlich ist. Dagegen hat Quarz den Nachteil, daß er viel spröder als Porzellan ist und leichter zerbricht. Außerdem wird Quarz vom Kesselwasser stark angegriffen, vor allem an der Stelle der Wasseroberfläche. Es bilden sich Anfressungen, die ein häufiges Auswechseln der aus Quarz hergestellten Isolierröhren notwendig machen.

Für die Lebensdauer der Elektroden ist die Beschaffenheit des Kesselspeisewassers von wesentlicher Bedeutung. Am besten eignet sich reines Kondensationswasser, während bei Verwendung von Quellwasser die Abnußung der Elektroden bedeutend größer ist. Bei Aufstellung eines Elektrodendampfkessels müssen deshalb die Rohwasserverhältnisse mitberücksichtigt werden. Während des Betriebes ändert sich auch der Widerstand im Wasser und somit die Verdampfung fortwährend, je nachdem mit Kondensat oder Rohwasser oder mit einem Gemisch aus beiden gespeist wird. Im allgemeinen kann man annehmen, daß bei Dauerbetrieb (Tag und Nacht) die Elektroden etwa alle zwei Monate ausgewechselt werden müssen.

Wie aus vorstehenden Darlegungen ersichtlich, vollzieht sich die Dampfbildung im Elektrodampfkessel, namentlich bei Elektrodenbeheizung, in wesentlich anderer Weise als bei brennstoffbeheizten Kesseln. Beim elektrisch geheizten Kessel besteht nicht die Gefahr einer Kesselexplosion infolge zu niedrigen Wasserstandes, da die Zufuhr elektrischer Energie und somit auch die Wärmezufuhr von selbst aufhört, sobald der Wasserspiegel unter die Eintauchfläche der Elektroden gesunken ist. Auch ist es möglich, die elektrische Energie bei einem gewissen Kesseldruck selbsttätig abzuschalten. Der Begriff der Heizfläche läßt sich ferner in der hergebrachten Weise nicht auf elektrisch beheizte Dampfkessel anwenden. Zur Überwachung von Dampfkesseln haben deshalb z. B. die schweizerischen Behörden den Umständen Rechnung getragen und ohne Bedenken die Genehmigung erteilt, elektrisch beheizte Dampfkessel unmittelbar in Werkstätten aufzustellen unter der Vorausseßung, daß der Kessel dem 1½fachen Betriebsdruck genügt.

Soweit die deutschen Dampfkessel-Überwachungsvereine in Betracht kommen, erscheint es zweckmäßig, die bestehenden Vorschriften den Besonderheiten der elektrisch beheizten Dampfkessel anzupassen oder durch Sondervorschriften zu ergänzen. Voraussichtlich wird mit dem fortschreitenden Ausbau der süddeutschen Wasserkräfte für viele Industrien die Dampferzeugung in Elektrokesseln praktische Bedeutung gewinnen und unter Umständen auch wirtschaftliche Vorteile gewähren. [A 1175]

Zur Theorie der Zentrifugalpumpen.

Von W. van der Smissen, Hamburg.

Unstimmigkeit der theoretischen Berechnung. — Nachweis der Ursache. — Aufstellung berichtigter Gleichungen. — Nachrechnung der Hagensschen Versuchsergebnisse.

In den Jahrgängen 1905 und 1909 dieser Zeitschrift hat Zivilingenieur Hagens, Königsberg, Versuche an Kreiselrädern veröffentlicht, deren Ergebnisse mit der üblichen Berechnungsweise nicht in Einklang zu bringen waren. Prof. Rud. Escher, Zürich, hat in einer Zuschrift (Z. 1905 S. 1259) darauf hingewiesen, daß nach diesen Versuchen der Kanalquerschnitt nicht überall vom Wasserstrahl ausgefüllt gewesen sei. Der austretende Strahl habe sich einseitig an die treibende Schaufel gelegt. Im folgenden soll nun die Richtigkeit dieser Ansicht nachgewiesen werden. Die übliche Annahme, daß die relative Ausflußgeschwindigkeit w_a durch die Durchflußmenge V und den Querschnitt $F w_a$ gemäß der Beziehung $w_a = \frac{V}{F w_a}$ eindeutig bestimmt sei, ist durchaus nicht allgemein gültig.

Für den Energieübergang vom Schleuderrad auf die hindurchströmende Flüssigkeit stellt die Mechanik die Differentialgleichung auf:

$$w\,dw + g\,dh = u\,du \quad \ldots \ldots (1).$$

Hierin bedeuten für den Laufradhalbmesser r:

u in m/s die Umfangsgeschwindigkeit des Laufrades,
w „ „ die Durchflußgeschwindigkeit der Flüssigkeit relativ zur Schaufel,
h „ m Flüssigkeitssäule den statischen Flüssigkeitsdruck,
$g = 9{,}81$ m/s² die Erdbeschleunigung.

Ist die Integration der Gleichung (1) zwischen dem äußeren Laufradhalbmesser r_a und dem inneren Halbmesser r_i zulässig, so erhält man die Gleichung:

$$w_a^2 - w_i^2 + 2g(h_a - h_i) = u_a^2 - u_i^2 \quad \ldots (2).$$

Diese Gleichung soll auf den Fall angewandt werden, daß die Flüssigkeit den Laufradschaufeln radial zugeführt wird und stoßfrei in die Radkanäle eintritt. Hierfür gilt die Beziehung:

$$w_i^2 = u_i^2 + c_i^2 \quad \ldots \ldots \ldots (3),$$

wenn c die Geschwindigkeit der Flüssigkeit relativ zum Erdboden bedeutet, die als die absolute angesehen werden möge.

Addiert man Gl. 2 und 3, so erhält man die Gleichung:

$$w_a^2 + 2g(h_a - h_i) = u_a^2 + c_i^2 \quad \ldots \ldots (4).$$

Diese Beziehung ist bisher nicht beachtet worden. Aus ihr ergibt sich für die relative Ausflußgeschwindigkeit der Wert:

$$w_a = \sqrt{u_a^2 + c_i^2 - 2g(h_a - h_i)} \quad \ldots (5).$$

Daß dieser Ausdruck mit dem Quotienten $\frac{V}{F w_a}$ keineswegs gleichbedeutend ist, soll für den einfachen Strömungsvorgang, wie er in den Hagensschen Kreiselrädern herrscht, bewiesen werden.

Die Räder dienen zur Geländeentwässerung. Sie sind am Boden des Abflußkanals ohne Gehäuse aufgestellt, saugen das Wasser ohne wesentliche natürliche Zuflußgeschwindigkeit an und drücken es in das freie Abflußwasser, wobei eine merkbare statische Umwandlung der absoluten Austrittgeschwindigkeit nicht stattfindet. Es besteht daher zwischen dem Eintritt und dem Austritt des Rades ein Druckunterschied $h_a - h_i$ gleich der zu überwindenden Niveauhöhe h, vermehrt um die Geschwindigkeitshöhe der absoluten Eintrittgeschwindigkeit c_i, so daß zu setzen ist:

$$2g(h_a - h_i) = 2gh + c_i^2 \quad \ldots \ldots (6).$$

Mit diesem Werte erhält man nach Gl. (5):

$$w_a = \sqrt{u_a^2 - 2gh} \quad \ldots \ldots (7).$$

Bei stoßfreiem Eintritt besteht nun zwischen der absoluten Eintrittgeschwindigkeit c_i und der inneren Umfangsgeschwindigkeit u_i die Beziehung:

$$c_i = u_i \operatorname{tg}(180 - \alpha_i) = \frac{r_i}{r_a} \operatorname{tg}(180 - \alpha_i)\, u_a \quad \ldots (8),$$

wenn α den Winkel zwischen den positiven Richtungen von u und w bedeutet.

Mit diesem Ausdruck und dem radialen Eintrittquerschnitt F_i erhält man das Durchflußvolumen:

$$V = c_i F_i = \frac{r_i}{r_a} F_i \operatorname{tg}(180 - \alpha_i)\, u_a \quad \ldots (9).$$

Aus Gl. (7) und (9) ergibt sich der relative Querschnitt des austretenden Strahles in dem Quotienten:

$$f w_a = \frac{V}{w_a} = \frac{r_i F_i \operatorname{tg}(180 - \alpha_i)}{r_a \sqrt{1 - \frac{2gh}{u_a^2}}} \quad \ldots (10).$$

Damit dieser Ausdruck unveränderlich sei, müßte das Verhältnis $\frac{h}{u_a^2}$ konstant sein. Da h und u_a jedoch voneinander unabhängige Veränderliche sind, so hat auch das Verhältnis $\frac{h}{u_a^2}$ und damit auch der relative Strahlquerschnitt $f w_a$ veränderlichen Wert. Weicht dieser von dem relativen Kanalquerschnitt $F w_a$ beträchtlich ab, so muß durch die übliche Substitution $w_a' = \frac{V}{F w_a}$ ein unbrauchbares Ergebnis entstehen.

Dies soll nun an den Versuchsergebnissen des Hagensschen Kreiselrades in Karkeln, das nahezu den stoßfreien Eintritt zeigt, zahlenmäßig nachgewiesen werden.

Zunächst besteht für die theoretische Arbeitshöhe, woraus der Energiebedarf des Rades berechnet wird, die Gleichung:

$$2gH = c_a^2 - c_i^2 + 2g(h_a - h_i) \quad \ldots (11).$$

Addiert man hierzu Gl. (4), so wird

$$2gH + w_a^2 = c_a^2 + u_a^2 \quad \ldots \ldots (12).$$

Nun ist

$$c_a^2 = u_a^2 + w_a^2 + 2 u_a w_a \cos \alpha_a \quad \ldots (13).$$

Addiert man Gl. (12) und (13) und dividiert durch $2g$, so erhält man die bekannte Berechnungsformel für den stoßfreien Eintritt:

$$H = \frac{u_a}{g}(u_a + w_a \cos \alpha_a) \quad \ldots \ldots (14).$$

In diese Gleichung ist nun der Wert der Gleichung (7) einzusetzen, womit man erhält:

$$H = \frac{u_a}{g}\left(u_a + \cos \alpha_a \sqrt{u_a^2 - 2gh}\right) \quad \ldots (15)$$

Mit diesem Wert ergibt sich der Energiebedarf des Rades aus der Beziehung:

$$N = \frac{V \gamma H}{75} \quad \ldots \ldots (16),$$

worin bedeutet:

V in m³/s das Durchflußvolumen für 1 s,
γ in kg/m³ das spezifische Gewicht der Flüssigkeit,
N in PS den verlustfreien Energiebedarf des Laufrades.

Es soll nun aus den im Versuch gemessenen Werten der Umfangsgeschwindigkeit u_a und der Niveauhöhe h die theoretische Arbeitshöhe H berechnet und aus dieser und dem im Versuch ermittelten Durchflußvolumen die hydraulische Leistung des Rades bestimmt und mit der indizierten Leistung der Dampfmaschine verglichen werden. Als Durchflußvolumen ist die Summe der gemessenen Liefermenge und der von Hagens angegebenen Spaltwassermenge eingesetzt worden. Nimmt man den Wirkungsgrad der Dampfmaschine zu 0,85, denjenigen der Kegelradübertragung zu 0,9 an, so ergibt sich ein mechanischer Wirkungsgrad

Abb. 1 bis 3.

Zahlentafel 1. Kreiselrad Karkeln.

	Versuchsangaben						Rechnungswerte							
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lfd. Nr. des Versuchs	Liefermenge V_g	Spaltwassermenge V_{sp}	Durchflußvolumen V	Niveauhöhe h	Äußere Umfangsgeschwind. u_a	Indizierte Leistung N_i	Stoßfreies Volumen V_o	Relative Austrittgeschwind. w_a	Theoret. Arbeitshöhe H	Verlustfreie Leistung N	Wirkungsgrad $\eta = \frac{N}{N_i}$	Bisherige Berechnung w_a'	H'	N'
1	1,235	0,042	1,277	0,81	8,02	30,38	1,36	6,96	1,209	20,60	0,68	4,97	2,74	46,6
2	1,910	0,058	1,968	1,50	12,35	89,19	2,09	11,10	2,417	63,43	0,71	7,66	6,48	170,1
3	1,616	0,044	1,660	0,79	9,85	46,20	1,67	9,03	1,376	30,45	0,66	6,46	3,80	84,0
4	1,602	0,044	1,646	0,82	9,81	46,40	1,66	8,95	1,400	30,73	0,66	6,41	3,79	83,2
5	1,603	0,046	1,649	0,91	9,77	47,80	1,65	8,81	1,484	32,63	0,68	6,42	3,73	81,9
6 [1]	1,694	0,047	1,741	0,94	9,75	48,40	1,65	8,78	1,491	34,61	0,71	6,77	3,36	78,0
7	1,464	0,050	1,514	1,10	9,68	50,00	1,64	8,49	1,677	33,86	0,68	5,89	4,09	82,5

[1] Die Wassermessung des Versuches Nr. 6 wird von Herrn Hagens als ungenau bezeichnet.

Zahlentafel 2. Kreiselrad Warsze.

	Versuchsangaben						Rechnungswerte				
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lfd. Nr. des Versuchs	Liefermenge V_g	Spaltwassermenge V_{sp}	Durchflußvolumen V	Niveauhöhe h	Äußere Umfangsgeschwindigkeit u_a	Indizierte Leistung N_i	Stoßfreies Volumen V_o	Relative Austrittgeschwindigkeit w_a	Theoret. Arbeitshöhe H	Verlustfreie Leistung N	Wirkungsgrad $\eta = \frac{N}{N_i}$
1	4,15	0,12	4,27	0,98	7,58	126,65	12,25	6,18	1,64	93,3	0,74
2	4,57	0,10	4,67	0,78	7,59	127,95	12,27	6,50	1,43	89,1	0,70
3	3,11	0,11	3,22	0,83	6,67	99,00	10,78	5,22	1,40	60,1	0,61
4	4,05	0,11	4,16	0,83	7,32	121,20	11,83	6,11	1,44	79,9	0,66
5	3,21	0,11	3,32	0,81	6,35	84,35	10,26	4,88	1,32	58,5	0,69
6	0,94	0,10	1,04	0,80	5,02	31,64	8,11	3,08	1,18	16,3	0,52

Zahlentafel 3. Kreiselrad Wolitta.

	Versuchsangaben								Rechnungswerte				
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Lfd. Nr. des Versuchs	Liefermenge V_g	Spaltwassermenge V_{sp}	Durchflußvolumen V	Niveauhöhe h	Äußere Umfangsgeschwind. u_a	Indizierte Leistung N_i	Eingeleitete Leistung N_e	Mech. Wirkungsgrad $\eta_m = \frac{N_e}{N_i}$	Stoßfreies Volumen V_o	Relative Austrittgeschwind. w_a	Theoret. Arbeitshöhe H	Verlustfreie Leistung N	Wirkungsgrad $\eta = \frac{N}{N_i}$
1	1,080	0,1	1,18	1,05	7,46	39,95	26,18	0,66	1,65	5,92	1,45	22,7	0,57
2	0,820	0,1	0,92	1,08	6,68	30,43	19,54	0,64	1,48	4,84	1,45	17,8	0,59
3	0,941	0,114	1,055	1,41	7,60	45,05	30,72	0,68	1,68	5,49	1,89	26,6	0,59
4	0,479	0,107	0,586	1,40	6,63	26,87	16,31	0,61	1,47	4,06	1,90	14,8	0,55

$\eta_m = 0{,}765$. Mit Rücksicht auf die inneren und äußeren hydraulischen Verluste, zu denen die von Prof. Escher erwähnte Reibung des Kreisels im Kanalwasser zu rechnen ist, wird ein entsprechend geringerer Wirkungsgrad zu erwarten sein. Zum Vergleich ist das Ergebnis der bisherigen Berechnung beigefügt, indem aus dem relativen Radaustrittquerschnitt $F w_a$ und dem Durchflußvolumen V der Wert $w_a' = \frac{V}{F w_a}$ ermittelt und hiermit die Größe $H' = \frac{u_a}{g}(u_a + w_a' \cos \alpha_a)$ berechnet worden ist, woraus sich der Betrag $N' = \frac{V \gamma H'}{75}$ ergibt.

Nach Abb. 1 und 2 (Z. 1909 S. 1051) beträgt der relative Radeintrittquerschnitt $F w_i = \sim 10 \cdot 0{,}102 \cdot 0{,}260 = 0{,}265\ \mathrm{m}^2$, relative Radaustrittquerschnitt $F w_a = \sim 10 \cdot 0{,}154 \cdot 0{,}167 = 0{,}257\ \mathrm{m}^2$, radiale Radeintrittquerschnitt $F_i = \frac{F w_i}{\sin \alpha_i} = 0{,}775\ \mathrm{m}^2$.

Die stoßfreie radiale Eintrittgeschwindigkeit beträgt nach Abb. 3:

$$c_i = u_i \operatorname{tg}(180 - \alpha_i) = \frac{r_i}{r_a} \operatorname{tg}(180 - \alpha_i)\, u_a \quad . \quad . \quad . \quad (17).$$

Das stoßfrei durchfließende Volumen ist daher:

$$V_o = c_i F_i = \frac{r_i F_i \operatorname{tg}(180 - \alpha_i)}{r_a}\, u_a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18).$$

Abb. 4.

Abb. 5 u. 6. Kreiselrad Warsze.

Abb. 7 u. 8. Kreiselrad Wolitta.

Die Spalte 7 der Zahlentafel 1 gibt das nach Gl. (18) berechnete „stoßfreie Volumen" und zeigt im Vergleich mit Spalte 3, daß der stoßfreie Eintritt annähernd stattfindet. Die Spalte 10 enthält den verlustfreien Energiebedarf N. Die hiermit berechneten Wirkungsgrade $\eta = \frac{N}{N_i}$ der Spalte 11 zeigen die zu erwartende Annäherung an den mechanischen Wirkungsgrad $\eta_m = 0{,}765$. Die Spalten 12 bis 14 enthalten das bisher unerklärliche Ergebnis der üblichen Berechnung.

Es darf hiernach angenommen werden, daß die abgeleiteten Formeln mit den Versuchswerten in Übereinstimmung sind. Daher möge die Betrachtung auf den Fall des nicht stoßfreien Eintrittes erweitert werden.

Wenn der stoßfreie Eintritt nicht erreicht wird, so ergibt sich nach Abb. 4 aus der radialen Zuflußgeschwindigkeit c_i und der negativen Umfangsgeschwindigkeit — u_i eine relative Zuflußgeschwindigkeit $w_i = \sqrt{u_i^2 + c_i^2}$, womit die Flüssigkeit gegen die Schaufel stößt. Entsprechend den Eigenschaften des flüssigen Aggregatzustandes wird dann bei konstanter Drehgeschwindigkeit des Rades die Flüssigkeit mit unveränderter relativer Geschwindigkeit in die Richtung der Schaufel umgelenkt, an der fortströmend sie alsdann der beschleunigenden Druckwirkung der Schaufel unterliegt. In die Gleichung für die relativen Geschwindigkeiten

$$w_a^2 - w_i^2 + 2g(h_a - h_i) = u_a^2 - u_i^2 \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

ist also, wie beim stoßfreien Eintritt, der Wert $w_i^2 = u_i^2 + c_i^2$ einzusetzen. Es ergeben sich daher die Formeln 14 bis 16 für alle Zuflußgeschwindigkeiten.

Von den Hagensschen Rädern mit radialem Zufluß zeigen die Kreiselräder Warsze und Wolitta [1], Abb. 5 bis 8 und Zahlentafel 2 und 3, den unter Stoß erfolgenden Eintritt.

Nach Abb. 5 und 6 beträgt der radiale Eintrittquerschnitt:

$$F_i = \left(\pi d_i - \frac{n\delta}{\sin \alpha_i}\right) b_i = 2{,}87 \text{ m}^2,$$

und das stoßfreie Volumen:

$$V_o = c_i F_i = \frac{r_i F_i \operatorname{tg}(180 - \alpha_i)}{r_a} u_a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18).$$

Nach Abb. 7 und 8 beträgt der radiale Radeintrittquerschnitt:

$$F_i = \left(\pi d_i - \frac{n\delta}{\sin \alpha_i}\right) b_i = 0{,}69 \text{ m}^2,$$

das stoßfreie Volumen:

$$V_o = \frac{r_i F_i \operatorname{tg} \alpha_i}{r_a} u_a \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18).$$

Dieses Rad arbeitete mit einer neuen, noch nicht eingelaufenen Maschine. Die in das Rad eingeleitete Energie N_e ist von Hagens aus der indizierten Leistung näherungsweise ermittelt worden. Aus ihr ergibt sich der vermutliche mechanische Wirkungsgrad:

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}.$$

Aus der annähernden Übereinstimmung dieser Versuchsergebnisse mit der Berechnung darf wohl geschlossen werden, daß der Durchfluß durch diese Räder im wesentlichen nach den abgeleiteten Formeln stattfindet. Daher wird es wohl von Wert sein, die weitere Auswertung der Gleichungen darzulegen. Jedoch möchte ich mich in diesem Aufsatz auf die Wiedergabe der aufgefundenen Beziehungen beschränken.

Hamburg, den 23. März 1922. [A 1217]

[1] Kreiselrad Warsze Z. 1909 S. 1051. — Kreiselrad Wolitta Z. 1905 S. 809.

Geräte für die Beobachtung von Erschütterungen.

Prof. Mainka, der die durch seine Arbeiten bekannte Straßburger Beben-Forschungsstätte verlassen mußte, hat kürzlich wieder über Instrumente zur Messung von Erschütterungen zwei Aufsätze veröffentlicht[1], die auch für den Techniker von Bedeutung sind.

Seine Ansicht, ein einfaches, in Comrie (Schottland) aufgehängtes Gewicht zur Beobachtung von Beben sei die älteste Vorrichtung dieser Art gewesen, trifft in voller Allgemeinheit nicht zu. Sie ist nur die älteste Vorrichtung zur Beobachtung des zeitlichen Verlaufes einer Erschütterung. Schon vor unsrer Zeitrechnung hatten die Chinesen einen Apparat, der die Richtung und Stärke eines Bebens anzeigte. Er bestand aus einem mit Quecksilber gefüllten Topf mit kreisrundem Rand. An ihm waren mehrere vertiefte Ausflußöffnungen angebracht. Unter diesen standen Auffangnäpfe. Aus der Stellung der Auffangnäpfe, in welche durch einen Erdstoß Quecksilber geflossen war, und aus der Quecksilbermenge schloß man auf Richtung und Stärke der Bebenwellen.

Der erste Aufsatz von Mainka bringt in gedrängter Form eine geordnete Übersicht und eine Einteilung der verschiedenen Bauarten der Horizontal- und Vertikal-Bebenmesser, der Klino- und Akzelerographen. Der zweite bringt Einzelheiten über die Bestimmung der Apparatkonstanten und den Bau von Bebenmessern.

[1] Mainka, Instrumente für die Beobachtung von Erschütterungen, Zeitschrift für techn. Phys. Heft 5 u. 7 1922.
Mainka, Zur Untersuchung von Seismographen und Erschütterungsmessern, „Feinmechanik" Heft 7 1922.

Bei den heute angewandten Apparaten benutzt man die Trägheit von festen Massen, die gegen den Boden in einer oder mehreren Richtungen beweglich gelagert sind. Bei nur wagerecht oder nur senkrecht beweglichen Massen erhalten wir Horizontal- oder Vertikal-Bebenmesser, die Mainka in weitere Typen feiner unterteilt. Beide lassen sich auch vereinigen. Sie wurden häufig bei technischen Messungen benutzt. Bei den Klinographen benutzt man das Trägheitsmoment von Massen, die in bezug auf eine Achse gleichmäßig verteilt sind und deren Schwerpunkt mit ihr nahe zusammenliegt. Mainka beschreibt auch hier die technischen Anwendungen zur Beobachtung von Schiffsschwingungen usw. Statt der relativen Wege der trägen Masse gegenüber dem Stützkörper kann man aber auch die relativen Drücke einer gegen eine mit dem schwingenden Boden verbundene Stützfläche anliegenden trägen Masse bestimmen. Dies geschieht mit den Beschleunigungsmessern oder Akzelerographen.

Mainka beschreibt auch die Vorrichtungen zum Messen der Vibrationen von Fahrzeugen, Maschinengründungen, Verkehrsplätzen, herabstürzenden Wassermengen, anprallenden Meereswogen, schwingenden Schornsteinen und Leuchttürmen. Damit ist noch lange nicht das technische Anwendungsgebiet erschöpft. Hierzu gehört eines, worauf ich auch schon 1911 hinwies: die Untersuchung der Erdkruste mittels elastischer Schwingungen zur Prüfung auf Bodenschätze. Hier liegt fruchtbares Neuland für Techniker. Nicht unerwähnt dürfen hier die Verdienste des Laboratoriums für technische Physik der Technischen Hochschule in München bleiben, das sich auch mit technischen Untersuchungen auf dem Gebiete der elastischen Schwingungen befaßt. [M 248]

Bonn a. Rh. Dr. Richard Berger.

Der Einachsschlepper.

Von Dr. Trautvetter, Berlin-Südende.

Der Verschiebedienst auf Gleisanlagen, besonders auf Werk-Anschlußgleisen und in Fabrikhöfen, wird zum großen Teil noch in unwirtschaftlicher Weise ausgeführt, ebenso die Lastenbeförderung durch Zugtiere in einem gewissen, beschränkten Umfang. Ein sehr wirtschaftliches Zugmittel für diese Zwecke stellt der elektrische Akkumulatoren-Einachsschlepper dar. Er wird an der Hand von Abbildungen kurz beschrieben, seine Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten werden erläutert.

In vielen Veröffentlichungen der letzten Jahre[1]) ist immer wieder darauf hingewiesen worden, daß sich die Folgen unsres wirtschaftlichen Niederganges besonders stark in unserm Verkehrswesen bemerkbar machen, daß z. B. Streike auf diesem Gebiet meistens weite Kreise in Mitleidenschaft ziehen. Es ist deshalb ein verständlicher Wunsch aller Betriebe, sich bei Transporten noch mehr als bisher vom Personal unabhängig zu machen. Wissenschaft und Technik haben dieser Frage ihre besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Viele wertvolle Beiträge dazu sind schon von sachkundigen Stellen geliefert worden[2]).

Die unwirtschaftliche und schwer zu überwachende Verschiebearbeit von Menschenhand oder mit tierischer Zugkraft auf Fabrikhöfen, in großen Werkanlagen, auf Lagerplätzen, in Häfen usw. will ein neues elektrisches Zugmittel, der Einachsschlepper mit Akkumulatoren, „das elektrische Zugpferd", durch billigere, einfachere und schnellere mechanische Arbeit ersetzen.

Konstruktion.

Der Einachsschlepper ist dem Äußeren nach ein kleiner zweirädriger Karren, Abb. 1, mit einer Doppeldeichsel (Gabel). Er besteht im wesentlichen aus einer Akkumulatorenbatterie, die in zwei Teilen vor und hinter der Achse aufgehängt, und einem Motor, der mitten dazwischen über der Achse gelagert ist. Am Vorder- und Hinterende des Schleppers sind Stützrollen angebracht. Ein Fahrschalter befindet sich in nächster Nähe der Handgriffe an einer Deichselstange. Der Motor treibt die mit Ausgleichgetriebe versehene Achse durch Zahnräder und ein Pekrun-Schneckengetriebe an. Die Räder haben breite Doppel-Vollgummireifen, die die Raddrücke gut verteilen, die Abnutzung in mäßigen Grenzen halten und verhindern, daß der Schlepper in schmalen Rinnen, z. B. in Rillenschienen oder Weichen, stecken bleiben kann. Die Achse läuft in Kugellagern. Diese, wie der in Öl laufende Schneckenantrieb bedürfen nur zweier bis dreier Schmierungen jährlich. Der Schlepper hat in der von Abb. 1 etwas abweichenden neusten Ausführung nach Abb. 2 bis 4 etwa 1500 kg Gewicht und 3900 mm Länge mit Deichsel und Zughaken, ohne diese 2200 mm. Er ist u. U. auch zum Schieben zu gebrauchen, Deichsel und Zughaken sind abnehmbar. Die Geschwindigkeit des Fahrzeuges ist mit 1 m/s absichtlich recht gering gehalten. Bei Schnee und Eis können die Reifen mit Schneeketten versehen werden.

Abb. 1. Akkumulatoren-Einachsschlepper, Bauart Moog.

Infolge der tiefen Aufhängung der Akkumulatoren und des Sitzes des Motors in der Mitte ist die Fahrsicherheit und Lenkfähigkeit des Schleppers sehr groß. Die Zugstange ist so tief wie möglich angebracht, so daß nur ganz geringe Kippmomente auftreten können, die der Führer durch leichten Gegendruck an der Deichsel aufheben kann. Damit auch seitlicher Zug möglichst durch die Mitte des Fahrzeugs geht, ist die Zugvorrichtung mittels Rollen in einem Bügel verschiebbar angeordnet.

Leistung.

Die Akkumulatoren-Batterie besteht aus 32 Zellen mit 3,6 kWh Kapazität bei dreistündiger Entladung. Der Reihenschlußmotor hat etwa 3,5 PS Leistung bei rd. 60 V Batteriespannung. Die mittlere Zugkraft des Schleppers beträgt bei 1 m/s Geschwindigkeit etwa 250 kg am Radumfang; sie kann beim Anfahren bis etwa 1000 kg steigen. Auf gerader Strecke kann dies kleine Zugmittel je nach Ladung bis zu 7 Eisenbahn-Güterwagen ziehen; auf guten Höfen und Wegen kann man mit dem Schlepper im Mittel etwa 10 000 kg, d. h. z. B. einen vierspännigen 12 m-Möbelwagen mit einem Anhänger befördern, auf einem Kanal etwa 300 bis 400 t fortbewegen, d. h. bis zu sechs beladenen Schleppkähnen.

Bei dauernd voller Belastung des Motors kann die Batterie etwa eine Stunde lang ununterbrochen Strom liefern. Die volle Belastung tritt jedoch stets nur für wenige Sekunden, z. B. beim Anziehen, auf. Die Zeit bis zur Erschöpfung der Batterie ist natürlich ganz verschieden, je nach Art der zu leistenden Zugarbeit. Erfahrungsgemäß reicht die Ladung in den meisten Fällen bis zu 2 Tagen, d. h. für 16 Arbeitstunden aus.

Wirtschaftliches.

Am 15. August 1922 konnte für den Einachsschlepper folgende Rechnung aufgestellt werden.

Anlagekapital einschl. Batterie 410 000 M.

Betriebskosten:

Posten	Betrag
5 vH Kapitalzinsen	20 500 M
7,6 vH Abschreibung von 410 000 M	31 100 „
Batterieersatz, 15 vH von 97 000 M	14 500 „
Reparaturen	5 000 „
Gummireifenersatz 25 vH	3 000 „
Schmier- und Putzmaterial	1 800 „
Stromkosten bei täglich einmaliger Ladung (7,50 M/kWh)	6 000 „
Führer (8 h-Dienst; 42 M/h)	100 000 „
Jahresbetriebskosten	181 900 M

Bei 300 Arbeitstagen im Jahr ergibt dies rd. 610 M tägliche Betriebskosten für den Schlepper.

Demgegenüber ergibt sich für ein schweres Arbeitspferd einschließlich Kutscher, der zugleich Pferdepfleger sein soll, für den gleichen Zeitpunkt folgende Rechnung:

Anlagekapital: 100 000 M einschließlich Geschirr, Stallgeräte usw.

Betriebskosten:

Posten	Betrag
5 vH Kapitalzinsen von 100 000 M	5 000 M
20 vH Abschreibung von 100 000 M	20 000 „
Stallmiete (200 M/Mon.)	2 400 „
Futter (73 Ztr. Hafer zu 3600 M/Ztr.)	262 800 „
36,5 Ztr. Heu zu 900 M	32 850 „
36,5 Ztr. Häcksel zu 560 M	20 440 „
Stroh soll ausgeglichen werden durch Erlös für Dung.	
Hufbeschlag	6 000 „
Unterhaltung des Geschirrs und der Stallgeräte	3 600 „
Tierarzt und Arzneien	2 400 „
Lohn des Kutschers und Pferdepflegers (2500 M pro Woche) (1 Pferdepfleger für 5 Pferde)	132 500 „
Soziale Fürsorge (4 vH des Lohnes)	5 300 „
Haftpflichtversicherung (1,25 vH des Lohnes)	1 656 „
Pferdeversicherung (10 vH des Anschaffungspreises)	10 000 „
Jahresbetriebskosten	504 946 M

Abb. 2 bis 4. Elektrischer Einachsschlepper.

a Akkumulatoren-station
b Motor
c Fahrschalter.

[1]) u. a. Trautvetter, „Elektrisierung und Finanznot", Deutsche Allgemeine Zeitung Nr. 178 vom 17. April 1921; derselbe, „Die Notlage der Kleinbahnen und Privateisenbahnen und Mittel zu ihrer Behebung", Berlin 1921, Julius Springer.

[2]) Jean Stader, Ermittlung der Transportkosten an Eisen- und Holzhäfen. Sonderheft Transportwesen der Zeitschrift „Der Betrieb" 1921/22 Heft 5.

Vergl. ferner Z. 1915 S. 987.

Bei 265 Arbeitstagen im Jahr ergibt dies 1905 ℳ tägliche Betriebskosten für **ein** Pferd.

Zu annähernd demselben Ergebnis gelangt man, wenn man die Selbstkostenberechnung der Transportgewerbe-Vereinigung Köln vom 1. März 1920 zugrunde legt und von da bis zum 15. August 1922 mit einer mittleren Steigerung aller Preise um das 12 fache rechnet, welche Annahme zweifellos noch zu günstig für den Pferdebetrieb ist.

Das Ergebnis dieser Vergleichsrechnung ist also: Wenn ein Elektroschlepper an die Stelle eines einzigen schweren Zugpferdes tritt, so erfordert er nur etwa 32 vH an Betriebskosten. In Wirklichkeit liegen die Verhältnisse für das elektrische Zugpferd noch erheblich günstiger; denn die indizierte Leistung des Motors beträgt etwa 3,5 PS, und seine Leistung kommt vier und mehr Pferden gleich. Der Schlepper kann ohne Pausen 8 h und länger benutzt werden, ein Pferd nicht. Die Maschine kann fast stets am günstigsten Angriffpunkt angesetzt werden und in der mathematisch günstigsten Kraftrichtung wirken und volle Kraft entfalten, während ein Pferd sehr häufig infolge ungünstiger Anspannung, ungeschickter Führung, schlechter Bodenverhältnisse (z. B. Glatteis) usw. nur einen Teil seiner Kräfte entwickeln kann; 2, 3 oder gar 4 Pferde behindern sich stets gegenseitig, oft kann man mehrere auf einmal wegen beschränkter Platzverhältnisse überhaupt nicht anspannen. Der Elektroschlepper kann wegen seiner gedrängten Bauart auch noch benutzt werden, wo fast jedes andre Betriebsmittel versagt.

Auffälliger ist natürlich seine Überlegenheit gegenüber menschlichen Leistungen; er ersetzt Arbeitskolonnen von 20 bis 30 Mann.

Verwendungsmöglichkeiten.

Der Elektro-Einachsschlepper kann überall da Verwendung finden, wo auf Strecken von geringer Länge Lasten bis zu 10 t auf der Straße, 100 t auf Schienen oder 400 t auf dem Wasser in **einer** Ladung bei geringer Geschwindigkeit fortbewegt werden sollen.

Spediteure können in der mannigfaltigsten Weise Gebrauch von dem Schlepper machen, insbesondere zum Transport schwerer Möbelwagen. Kohlen- und Holzhandlungen, Lieferungsgeschäfte, die im kleineren Umkreis fast Haus für Haus versorgen, ersparen viel Pferdematerial und Kosten für Futter und Kutscher in den oft unverhältnismäßig langen Wartezeiten während des Be- und Entladens der Wagen. Brauereien, Mühlen und andre Gewerbe finden im Schlepper ein wendiges, sauberes, stets betriebfertiges Fahrzeug.

In Werkstätten jeder Art, vor allem in Lokomotiv- und Wagen-Ausbesserwerkstätten, läßt sich der Schlepper verwenden, wo man sonst entweder schwere Krane oder elektrische Lokomotiven mit besonderen Bedienungsmannschaften benutzt oder wegen Raumbeschränkung teure Menschenhilfe heranziehen muß. An Binnengewässern, Kanälen und in Hafenanlagen, insbesondere zum Treideln und Verholen von Lastkähnen, sowie im Verschiebedienst auf Werkgleisen ist der Elektroschlepper berufen, einen großen Teil der Arbeiten zu übernehmen. Die Warte- und Liegezeiten lassen sich auf diese Weise außerordentlich abkürzen. Ständige Verschiebebewegungen auf größeren Bahnhöfen müssen selbstverständlich von geeigneten Lokomotiven ausgeführt werden; zeitweilig auszuführende Verschiebungen einzelner Wagen lohnen aber nicht die Beschaffung und Unterdampfhaltung, Bedienung und Führung von Lokomotiven. Bei kleinen Drehscheiben, die elektrischen oder andern mechanischen Antrieb nicht lohnen, ersetzt der Schlepper die teurere menschliche Kraft an den Drehbäumen, Abb. 5.

Abb. 5. Elektrischer Einachsschlepper zum Antrieb einer Drehscheibe.

Bei kleinen Drehscheiben, die nur von einem Wagen ohne Lokomotive befahren werden können, bei denen die Fortbewegung der Wagen also auf andere Weise erfolgen muß, benutzt man oft Spille mit Umlenkrollen, die viel Kraft verzehren, lange Taue oder Drahtseile (bis zu 30 m Länge) erfordern, viel Platz beanspruchen und den Verkehr erschweren. Sie werden mit Vorteil durch das wirtschaftlichere, beweglichere und von der Örtlichkeit nicht abhängige elektrische Zugpferd ersetzt. In vielen Fällen, bei sehr beschränkten Raum- und Platzverhältnissen, z. B. Zufuhrstraßen in Fabrikhöfen, Werkstätten, Gruben usw., wird oft der Elektroschlepper das einzig mögliche Zugmittel sein.

Entworfen wurde dieser Schlepper von Betriebsdirektor Dr.-Ing. **Moog**, Braunschweig, und ausgeführt wird er von der Maschinenfabrik **Gottwalt Müller**, Berlin-Weißensee.

[1449]

Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften.

Der vorliegende Jahresbericht der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften für die Zeit vom April 1921 bis Oktober 1922 tut erfreulicherweise dar, daß es auch in diesen schweren Zeiten bisher gelungen ist, dieses für Wissenschaft und Wirtschaft so ungemein wichtige Institut seinen Zielen gemäß weiterzuführen und weiter auszubauen. Mehr als je gilt es ja heute für Deutschland, sich in der Welt zu beweisen und durchzusetzen durch hervorragende Qualitätsarbeit seiner Industrie, die nur mit Hilfe einer wissenschaftlichen Durchdringung der praktischen Fertigkeit möglich ist, wie die Forschungsinstitute der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft sie für die mannigfaltigsten Dinge in der glücklichsten Weise seither verwirklicht haben. Die Erkenntnis, daß neben der mehr oder weniger unmittelbar die verschiedenen Industrien befruchtenden naturwissenschaftlichen Forschung auch die Geisteswissenschaften für jedweden menschlichen Fortschritt unentbehrlich sind, sichert diesen gleichfalls nach wie vor eine entsprechende Berücksichtigung im Arbeitsplan der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft.

Trotz der infolge des sinkenden Geldwertes bei weitem nicht mehr ausreichenden Zinsen des Vermögens der Gesellschaft konnte diese infolge der großzügigen Unterstützung seitens des preußischen Staates und des Reiches sowie des verständnisvollen Opfermutes der deutschen Industrie und namhafter Zuwendungen der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft auch in diesem Jahre weitgehend schöpferisch fördernde Arbeit leisten. Es war sogar möglich, fünf neue Institute einzuweihen, die allerdings großenteils schon früher vorbereitet waren: das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf, das Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung in Neubabelsberg, das Institut für Faserstoffchemie in Dahlem, das Schlesische Kohlenforschungs-Institut der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, begründet von der Fritz v. Friedländer-Fuld-Stiftung in Breslau und das Institut für Lederforschung in Dresden, mit welch letzterem erstmals ein außerpreußischer Staat in den Rahmen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft einbezogen worden ist. Außer der Unterhaltung ihrer Institute ließ sich die Kaiser-Wlihelm-Gesellschaft auch die Unterstützung einzelner Forscher auf verschiedenen Gebieten angelegen sein.

Unter Berücksichtigung der Veränderung der Staatsform und der erheblichen finanziellen Unterstützung durch das Reich und Preußen wurden gewisse Änderungen in den Satzungen der Gesellschaft vorgenommen, die dem Reich und Preußen einen entsprechenden Einfluß auf deren Verwaltung einräumen, die aber, wie von den Vertretern Preußens und des Reiches ausdrücklich erklärt wurde, nicht zu einer Bureaukratisierung der Gesellschaft führen sollen, welche vielmehr als „eine freie Arbeitsgemeinschaft zwischen Staat, Wissenschaft und Wirtschaft“ erhalten bleiben soll.

Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft umfaßt heute 266 Mitglieder. Die Zahl der Angestellten der Institute beträgt insgesamt 371. Der Geldbedarf beträgt nach dem Teuerungsstande vom 1. September 1922 jährlich rund 90 Mill. ℳ, wovon die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft mit Reichs- und Staatshilfe rd. 41 Mill., die deutsche Industrie rd. 49 Mill. ℳ aufbringt. Seit Beginn des Sommers 1922 hat die Gesellschaft ihr mietweise überlassene, eigene Geschäfts- und Versammlungsräume im Erdgeschoß des Berliner Schlosses bezogen. [M 274]

CHRONIK 1922

Die Grenzen des Ingenieurwesens weiten sich mehr und mehr; die einzelnen Zweige der Technik entwickeln sich rasch in die Tiefe und in die Breite, wobei sie einander vielfach überschneiden. Dazu kommt, daß diese Entwicklung seit dem Krieg außerordentlich unruhig und sprunghaft gewesen ist und von mächtigen äußeren Einflüssen, insbesondere Wirtschafts- und Finanzlage sowie Politik, beherrscht wird. Diese vielgestaltige Gliederung und unruhige Entwicklung erschwert dem Fachmann empfindlich die Beherrschung des eigenen Sonderfaches und die Übersicht über die wichtigen Nachbargebiete. Die zu Beginn dieses Jahres zum erstenmal erscheinende Chronik kann, obschon sie sich durch mehrere Hefte hinziehen wird, aus zwingenden Gründen nicht lückenlos sein, weder nach der Zahl der herangezogenen Fachgebiete und der innerhalb der einzelnen Beiträge behandelten Fragen noch in der Tiefe der Darstellung. Immerhin ist zu hoffen, daß sie beitragen wird, die für alle Fachkreise notwendige Übersicht über den heutigen Stand der Technik zu erleichtern. Die einzelnen Kapitel durchweg sinngemäß geordnet zu veröffentlichen, ist leider nicht möglich, da die Beiträge bei Drucklegung des ersten Heftes noch nicht vollzählig vorlagen.

Technik und Kultur.

Es ist erfreulich, festzustellen, daß gerade in den letzten Jahren den Beziehungen zwischen Technik und Kultur höhere Beachtung zuteil geworden ist, als es vorher der Fall war. Der Krieg hat auch hierin Wandel gebracht. Man ist durch die sich überstürzenden großen Erlebnisse wieder zu tieferem Nachdenken über Kulturfragen überhaupt gekommen, und in Technik und Industrie besinnt man sich, daß über die rein technische und organisatorische Arbeit der Mensch mit seinem Bedürfnis nach geistiger Kultur nicht vergessen werden darf. Die Not der Zeit kommt hinzu; sie zwingt uns zu angestrengtestem Schaffen, um das Sklavenjoch wieder abstreifen zu können, sie erweist sich aber auch als geistige Not, deren wir nur Herr werden, wenn unser höchstes Gut, die deutsche Kultur, vor dem Untergang bewahrt bleibt.

Kulturwerte aus der Technik

So erkennt man immer mehr, daß auch aus der Technik, die unser ganzes Leben und Arbeiten durchsetzt, Kulturwerte herausgeholt werden können, die in Erziehung und Beruf, in der Ausbildung geistiger und seelischer Fähigkeiten wie in der Arbeit des Alltages, ja auch in Politik, Kunst und Weltanschauung nutzbar gemacht werden können. Überblickt man die Gesamtliteratur des letzten Jahres, so findet man dies bestätigt. Wenn auch die Technik in den schöngeistigen Kreisen immer noch nicht salonfähig ist, so wird es doch allmählich Mode, sich mit ihr zu beschäftigen, und die Mode muß ja auch hier, wie etwa in der Aufklärungszeit, dem wirklichen Verständnis in der Allgemeinheit vorangehen. Film und Roman, Graphik und Zeitung wählen häufiger denn je technische Vorwürfe, meist allerdings noch in der ungeschickt-übertriebenen Darstellung des reichen Industrieritters und des geplagten Arbeiters, ohne daß die notwendige Gemeinschaftsarbeit zum Wohle des Ganzen erkannt und richtig hervorgehoben wird. In der Bildkunst finden sich gleichfalls noch vielfach die angeblich „künstlerischen", richtiger verständnislosen Wiedergaben von Maschinen und sonstigen technischen Dingen, aber auch die technisch einwandfreie Darstellung wird häufiger, was eine Entwicklung nach dieser Richtung erhoffen läßt. Man merkt, daß der Techniker sich hier mehr und mehr einmischt.

Volkstümliche Darstellung der Technik.

Die Zeitung insbesondere gibt sich heute Mühe, der Technik gerecht zu werden, wenn auch manchmal noch mit recht mäßigem Erfolg. Unterm Strich und in der Unterhaltungsbeilage erscheinen gelegentlich gute Betrachtungen über die Technik oder Berichte aus ihr, wenn es auch merkwürdig ist, daß große Tageszeitungen, die eine besondere technische Beilage besitzen, in ihrem Feuilleton die Technik recht schlecht behandeln. Die technische Fachpresse geht häufiger auf Kulturfragen der Technik ein, vor allem da, wo sie sich an einen größeren Leserkreis wendet, wie „Technik und Wirtschaft" und „Technik Voran". Die „Zeitschrift des Verbandes Deutscher Diplom-Ingenieure" erscheint seit Anfang des Jahres unter dem Titel „Technik und Kultur" und pflegt dieses Gebiet besonders.

Eng damit zusammen hängen populäre und vor allem geschichtliche Darstellungen aus der Technik. Hier sind Fürst, de Haas (Günther), N. Stern, Laßwitz, dann aber Matschoß zu nennen, der uns gerade im letzten Jahre wieder hervorragende geschichtliche Arbeiten gebracht hat. Eine umfangreiche Darstellung des Wesens der Technik und ihrer Beziehungen zu anderen Lebensgebieten verdanken wir Weyrauch. Auch Blum und der Nestor des deutschen Maschinenbaues, Riedler, finden warme Worte für die Anerkennung der Technik als Kulturfaktor. Von der philosophischen Seite kommen Schröter, Burckhardt und Engelhardt der Technik näher.

Der Mensch in der Technik.

Die Technischen Hochschulen rüsten sich zu durchgreifender Reform, von dem Grundgedanken ausgehend, daß mehr Wert auf die Allgemeinbildung zu legen ist, wobei gerade die kulturelle Auswirkung der Technik eine wesentliche Rolle zu spielen berufen ist. Hier sind allerdings erst Berlin und Darmstadt vorbildlich vorangegangen.

Wenn wir noch bemerken, daß man dem Problem: Der Mensch in der Technik durch eingehende Berufsberatung und durch die Psychotechnik näher zu kommen sucht, so können wir am Jahresschluß mit Befriedigung feststellen, daß der Weg bereitet und teilweise schon beschritten ist, der zu einer Aufdeckung der engen Beziehungen zwischen Technik und Kultur führt. Aufgabe des Technikers ist es, an diesem Ausbau mit allen Kräften mitzuarbeiten. [M 292] Carl Weihe.

Mathematik und Physik.

Mathematik als reine Wissenschaft

Die Entwicklung der Mathematik bietet ein andere Bild dem, der seinen Blick auf die Gesamtheit d mathematischen Wissenschaften richtet, ein andere dem Ingenieur, der in allem Mathematischen nur ein Werkzeug zur Bewältigung technischer Aufgaben sieht. Der Erstgenannte, der Fachmathematiker, wird in dem abgelaufenen Jahr erfolgreiches Fortschreite auf den in den letzten Jahrzehnten in Deutschland eingeschlagene Bahnen, vor allem in der Grundlagenforschung, feststelle Hilbert, in dem wir Deutschen zurzeit den anerkannt größten unte den lebenden Mathematikern besitzen, hat zu den logischen und e kenntniskritischen Fragen der Begründung der Arithmetik erneut da Wort genommen. Auch was sonst Bemerkenswertes in diesem Jal innerhalb der reinen Mathematik geleistet wurde, lag, wie beispielsweis in der analytischen Zahlentheorie, auf Gebieten, die absehbarer Zeit für die Technik noch nicht in Betracht kommen.

Mathematik im Ingenieurwesen

Fangen wir die Betrachtung am entgegengesetzte Ende an, dort, wo die Mathematik in das täglich Leben des Ingenieurs eingreift, so ist vor allem vo reger organisatorischer Tätigkeit zu berichten. Der Wunsch nac rasch und bequem zu handhabenden Methoden der Rechnung hat z einer stark gesteigerten Pflege der nomographischen Ver fahren geführt, die in Deutschland in der Errichtung einer einhei lichen Zentralstelle zur gemeinsamen Bearbeitung einschlägiger Au gaben zum Ausdruck gekommen ist. Trifft die Nomographie auch nu eine Äußerlichkeit, gewissermaßen nur eine Formfrage der Mathematik so fällt doch den in Rede stehenden Bestrebungen symptomatische Be deutung zu. Es zeigt sich in ihnen die bewußte Tendenz, der Industri in immer höherem Maße theoretische Hilfsmittel dienstbar zu macher Die industriellen Großbetriebe Deutschlands folgen dieser Tendenz indem sie mehr und mehr eigene mathematische Abteilungen errichten in denen schwierigere und weitergehende Fragen, die mit Aufgabe des Werkes zusammenhängen, Bearbeitung finden. Schließlich ist hie auch die in diesem Jahr erfolgte Gründung der Ingenieurwis senschaftlichen Vereinigung zu nennen, in der die in de Forschung tätigen Ingenieure und Mathematiker sich zu gemeinsame Arbeit zusammengeschlossen haben, entsprechend den Zielen, die d Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik verfolgt.

Physikalische Forschung

Ähnlich wie in der Mathematik stehen die Dinge in de Physik hinsichtlich des Verhältnisses zwischen theor tischer Forschung auf der einen und industrieller Prax auf der andern Seite. Man kann mit einiger Freiheit der Umschreibun hier das Wort vom „getrennt marschieren und vereint schlagen" an wenden; jedenfalls sind die schweren Vorwürfe unberechtigt, die de frühere Nobelpreisträger Joh. Starck in einer kürzlich erschienener viel Aufsehen erregenden Schrift gegen die allzu theoretische Richtun der deutschen Physik erhoben hat. Die Erfolge der deutschen phys kalischen Technik widerlegen ihn hinlänglich.

Sachlich ist über die physikalischen Arbeitsgebiete zu sagen, da die Beschäftigung mit der Relativitätstheorie und ihren Folgerunge mehr und mehr zurücktritt gegenüber der Arbeit an dem Ausbau de immer umfassender werdenden Theorie der Materie. Die i Herbst dieses Jahres unternommene Expedition nach den Weihnachts inseln zur neuerlichen Überprüfung der von der Einsteinsche Theorie vorausgesagten Lichtablenkung ist, wie es den Anschein ha infolge ungünstigen Wetters ergebnislos verlaufen. Einstein selbst i durch die Verleihung des Nobelpreises ausgezeichnet worden, wobei de Satzungen der Stiftung entsprechend, die nur praktische Erfolge de Physik zu belohnen gestatten, seine Leistungen auf dem Gebiete de photochemischen Erscheinungen als Verleihungsgrund genannt wurde

Sehr reich und wertvoll ist die Ausbeute, die sich aus der vo Planck und Bohr begründeten atomistischen Theorie for laufend den Experimentalphysikern ergibt. Hier sind vor allem di Forschungen von James Frank in Göttingen zu nennen, die die Ar beiten einer großen Zahl von Physikern im In- und Auslande beein flussen. Die einzelnen Untersuchungen verdichten sich immer meh zu einem abgerundeten Gesamtbild von der inneren Struktur der Körpe zu einem Bilde, das seine praktische Bedeutung in der Techni der Metallverarbeitung schon zu bewähren beginnt. Wen uns auch das reichere Ausland mit seinen unvergleichlich günstigere Arbeitsbedingungen den schärfsten Wettbewerb macht, steht doch da Ansehen Deutschlands als des führenden Landes in der Physik vorläufi noch unerschüttert fest. [M 293] Mises.

Wärmewirtschaft.

Wärmewirtschaft der Industrie

Die seit einigen Jahren unermüdlich fortgesetzte Pionierarbeit aller beteiligten Kreise hatte den nicht mehr zu verkennenden Erfolg, daß eine den größten Teil der deutschen Industrie umfassende wärmewirtschaftliche Organisation entstanden ist, von der eine dauernde, auch über die Zeit der Kohlennot hinausreichende Hebung und Förderung unserer gesamten industriellen Wärmeverwendung erwartet werden kann.

Für eine Reihe von Industriegruppen mit einer dem Arbeitsvorgang in besonders hohem Maß anzupassenden Wärmeverwendung war die Schaffung fachlicher Wärmestellen erforderlich, die sich in erster Linie den wärmetechnischen Sonderaufgaben dieser Industrien widmen. Die Wärmestelle Düsseldorf des Vereines deutscher Eisenhüttenleute mit den Zweigniederlassungen in Saarbrücken, Siegen und Kattowitz hat durch die Ausbildung der Meßverfahren zum Studium der Wärmeverwendung in allen Zweigen des Eisenhüttenwesens das technisch-wissenschaftliche Rüstzeug zu einer eingehenden Wärmestatistik geschaffen und damit den bereits in größerer Zahl entstandenen, zum Teil hervorragend durchgebildeten Wärmestellen einzelner Hüttenwerke die unerläßliche Grundlage zu ihren Arbeiten gegeben.

In ähnlicher Weise haben die Wärmestellen der Glasindustrie in Frankfurt a. M., der Kaliindustrie in Leopoldshall-Staßfurt, der Kalkindustrie in Berlin, der chemischen Großindustrie, der Sprengstoffindustrie in Hamburg u. a. durch die Erforschung der mit Wärmeverwendung verbundenen Arbeitsvorgänge dieser Industrien einen Einblick in den Stand der Wärmewirtschaft und damit die Vorbedingungen für ein zielsicheres Weiterarbeiten verschafft.

Um für das große Gebiet der die Wärme als Dampfenergie zur Kraft- und Wärmeerzeugung benutzenden Industrien sachlich leistungsfähige Beratungsstellen zu schaffen, haben sich die etwa 40 über das Reich verteilten Dampfkessel-Überwachungsvereine fast ausnahmslos wärmetechnische Abteilungen angegliedert. Um die Erfahrungen größerer Arbeitsgebiete in einzelnen Stellen zu vereinigen und dadurch für die Gesamtheit in höherem Maße nutzbar zu machen, haben in West- und Mitteldeutschland größere Gruppen von Vereinen außerdem gemeinsame Wärmestellen mit den Sitzen in Düsseldorf und Magdeburg geschaffen. Von den Arbeiten dieser Stellen kann erwartet werden, daß sie nicht nur die allgemeinen Fragen der Dampferzeugung und -verwendung, sondern auch die besondern Aufgaben der Wärmeverwertung in bestimmten Industrien besonders kräftig fördern werden. Ein beweiskräftiges Beispiel bieten jetzt schon die wärmewirtschaftlichen Arbeiten in Bergwerkbetrieben des Dampfkessel-Überwachungs-Vereines für die Zechen des Oberbergamtsbezirks Dortmund mit dem Sitz in Essen.

Aufklärung der Bevölkerung

Für die vorteilhaftere Verwendung der Wärme im Haushalt haben die amtlichen Stellen der Länder und des Reiches durch die Veranstaltung zahlreicher Vorträge, wärmetechnischer Wanderausstellungen und durch die Gründung örtlicher Heizberatungsstellen das Verständnis der gesamten Bevölkerung zu heben versucht. Die einzelnen mit der Herstellung der Heizeinrichtungen befaßten industriellen und gewerblichen Verbände, wie der Verband der Zentralheizungsindustrie, der Eisenofenfabrikanten, des Kachelofengewerbes, der Kaminkehrer-Innungen verbreiten durch die Gründung besonderer Organisationen (Wärmestellen, Heiztechnische Kommissionen u. a.) wärmetechnische Kenntnisse und Erfahrungen in den Kreisen ihrer Berufsangehörigen und schaffen dadurch die Voraussetzung für eine wertvolle Beratung der Bevölkerung in allen Fragen der Hausbrandversorgung. Der Reichskohlenrat hat seinem Sachverständigen-Ausschuß für Brennstoffverwendung erhebliche Mittel zur Verfügung gestellt zur Herbeiführung einer allgemeinen Belehrung in der Schule über die Bedeutung der Brennstoffe für unsere gesamte Wirtschaft und über die wesentlichsten Vorgänge bei der Brennstoffverwendung im Haushalt. Die Durchführung dieser Aufgabe nach den vom Sachverständigen-Ausschuß aufgestellten Grundsätzen wurde der Hauptstelle für Wärmewirtschaft übertragen.

Die Hauptstelle für Wärmewirtschaft, in der fast sämtliche wärmewirtschaftlich tätigen Körperschaften und eine größere Zahl von Wärmestellen einzelner Industrien vereinigt sind, hat die Aufgabe: durch Veranstaltung von Vorträgen und durch Herausgabe von Druckschriften den Gedankenaustausch über wesentliche Fragen des Arbeitsgebietes zu fördern, die Lösung ungeklärter Aufgaben durch die Einleitung oder Durchführung geeigneter Arbeiten herbeizuführen, zur Vertiefung des wärmewirtschaftlichen Gedankens beizutragen durch die Veranstaltung von allgemein belehrenden Vorträgen, von Kursen für die Angehörigen industrieller Unternehmungen usw. Eine größere Zahl von Druckschriften, Lehrheften, Flugblättern und ein reiches Lichtbildmaterial unterstützen sie bei der Durchführung dieser Aufgaben. [M 297]

Eberle.

Allgemeiner Fabrikbetrieb.

Schwierigkeiten durch Geldentwertung

Das Jahr stand unter dem Zeichen allgemeiner Geldentwertung, so daß sich überall besondere Schwierigkeiten auf dem Gebiete der Abschreibung, des Lohn- und Verrechnungswesens ergaben. Bei der Kontrolle der richtigen Höhe der Abschreibung stellte sich immer mehr heraus, daß die meisten, namentlich die kleineren Fabriken ihre Abschreibungen nicht der Entwertung ihrer Werke angepaßt hatten und daher in Finanzschwierigkeiten gerieten. Besonders schwierig wurde die Frage dadurch, daß die Fabriken zum Teil durch Goldwerte, zum Teil durch Papierwerte aufgebaut waren und bei einer richtigen Berechnung der Abschreibung diese Papierwerte wieder in Goldwerte umgewandelt werden müssen. Außerdem stand einer normalen Abschreibung, welche die Werkleistungsfähigkeit erhalten könnte, die Tendenz unserer ganzen Steuerpolitik stark im Wege. Man scheint jetzt die richtigen Wege gefunden zu haben und allgemein die Abschreibungen sachgemäß vorzunehmen.

Die gleichen Schwierigkeiten machte das Lohnwesen, namentlich die Akkordberechnung, solange man auf dem Geldakkord stehen blieb. Man hat daher im letzten Jahre, hauptsächlich durch Unterstützung von Zeitstudien, mehr und mehr reine Zeitakkorde eingeführt, den Einzeltarif im Akkord vollkommen fallen lassen und im Tarif nur noch den Mantelvertrag für den Akkord festgestellt. Der Akkord wird dann immer mehr rein nach Zeit und, wie es sich namentlich in der westfälischen Schwerindustrie als günstig gezeigt hat, nach dem nach sozialen Gesichtspunkten gestaffelten Gedinge-Richtlohn festgesetzt. Man versucht, dadurch von dem gewährleisteten Stundenlohn, der jede Akkordarbeit schädigt oder unmöglich macht, immer mehr abzukommen. Eine Leistungssteigerung auf Grund der neuen Tendenz macht sich in erheblichem Maße bereits bei vielen Werken geltend.

Auch im Verrechnungswesen machen sich dieselben Schwierigkeiten bemerkbar. Sowohl beim Verkauf vom Lager wie beim Verkauf auf Bestellung ist eine Kalkulation im alten Sinne kaum noch möglich. Bei Einzelbestellung wird die Finanzierung des Auftrages durch den Besteller mehr und mehr durchgeführt, wodurch der augenblicklich geltende Markwert der Arbeitskraft und des Materials am besten berücksichtigt wird. Beim Verkauf vom Lager wird versucht, einen richtigen Wiederbeschaffungswert einzusetzen, bei dem weder Käufer noch Verkäufer geschädigt werden. Man arbeitet an vielen Stellen bereits mit drei Kalkulationsarten, die sich auseinander ableiten: einmal der Kalkulation der tatsächlichen Ausgaben für Buchhaltung und Bilanzierung, dann der Kalkulation von Material nach Gewicht und der Arbeit nach Leistungsstunden für die Be- und Entlastung der Werkstätten und drittens der Bewertung der Lieferungen, sei es bei Ratenzahlung nach dem Zeitwert der Rate, bei Schlußzahlung nach dem Zeitwert der Lieferung für die Rechnungsstellung. Die Abstimmung dieser drei Berechnungsarten mit einander macht noch außerordentliche Schwierigkeiten, und die Frage wird erst in Zukunft gelöst werden können.

Neuerungen im Fabrikbetriebe

Im Fabrikbetrieb hat sich die Zeitstudie durch den Zwang der Zeitfestsetzung für Akkordleistungen sehr eingeführt, auch im Textilgewerbe. Hierdurch ist wieder das Terminwesen stark beeinflußt und verbessert worden. Die Arbeit wurde schärfer unterteilt, und es macht sich daher eine deutsche Richtung der Taylorisierung unsrer Betriebe immer mehr bemerkbar. Maschinenbesetzungstafeln, Arbeitenverzeichniskarten, Einbau von Leistungsmessern, graphischen Druckluftanzeigern, Stempeluhren und ähnlichen Apparaten zur Kontrolle der Besetzung, Leistungsfähigkeit und Leistung von Maschinen und Menschengruppen verbreiten sich immer mehr.

Auch die Fabrikations-Stückliste neben der normalen Stückliste, Werkzeugliste und dergl. taucht in modernen Betrieben häufiger auf. Die kaufmännischen Bureaus stellen sich wegen der hohen Kosten besonders der weniger leistungsfähigen Kräfte mehr auf maschinelle Arbeit ein. Vervielfältigungsmaschinen, Frankiermaschinen, vor allen Dingen Rechenmaschinen jeder Art werden stark eingeführt, wogegen die Einführung der Diktiermaschine bisher an dem Widerstand des Schreibmaschinenpersonals noch gescheitert ist.

Auch im letzten Jahre sind sowohl bei Fabriken wie bei den Städten zum Teil in Nebenordnung mit der Berufsberatung psychotechnische Institute in großer Anzahl entstanden, und man hat bei großen Firmen nicht nur die Auswahl der Lehrlinge, sondern auch die Auswahl und Umschulung der Arbeiter und die Durcharbeitung von Werkzeugen und Verfahren auf psychotechnischer Grundlage in Angriff genommen. [M 288]

Sachsenberg.

Werkzeugmaschinen, Werkzeuge und Lehren.

In der Kriegszeit sind Neukonstruktionen und Verbesserungen unterblieben, so mußte denn in der Nachkriegszeit die Ausführung der geplanten Arbeiten aufgenommen werden. Die große Zahl der vorliegenden Aufgaben und die starke Vermehrung der Ingenieure in den Betriebsbureaus bewirkte einen empfindlichen Mangel an ersten Konstrukteuren, so daß die geplanten Neukonstruktionen nur schrittweise vorwärts gebracht werden konnten.

Verfeinerung der Herstellung

Obwohl auch im Ausland epochemachende Neukonstruktionen nicht auftraten und mit der Durchkonstruktion der Werkzeugmaschinen auf Grund der erhöhten Beanspruchung durch den Schnellschnittstahl ein gewisser Abschluß erreicht war, zeigte sich doch in vieler Hinsicht das Bestreben, die durch Normung und Spezialisierung bedingten Aufgaben zu verwirklichen. Hierbei sind nicht zuletzt die nunmehr endgültig festgelegten Passungen sowie andre Normen von starkem Einfluß gewesen. Daneben war zu bemerken, daß durch die Einführung der Passungen auch ein Einfluß auf die Herstellungsgenauigkeit im allgemeinen und eine Verfeinerung der Herstellungsverfahren erzielt war.

Diese Verfeinerung machte sich naturgemäß in der am meisten gebräuchlichen mechanischen Bearbeitung in Dreherei, Revolverdreherei und automatischer Dreherei bemerkbar. In der Dreherei wurde in der Hauptsache das Verfahren angewandt, das mit Ausschruppen und Fertigschleifen arbeitet. Teile, die früher auf der Drehbank fertig bearbeitet wurden, werden heute in allen fortgeschrittenen Betrieben auf der Schleifmaschine nach Lehren fertiggestellt. Demzufolge hat auch nicht nur die Benutzung der Schleifmaschine stark an Umfang

zugenommen, sondern auch ihre Konstruktion Verbesserungen erfahren. Zwar sind hier, wie bei manchen andern Maschinentypen, die im technischen Bureau ausgeführten Neu- und Umkonstruktionen noch nicht in allen Fällen zum Verkauf gelangt, aber die Bestrebungen sind bereits deutlich erkennbar, z. B. Antriebe mit einem Riemen für das Schleifen von Automobil-Kurbelwellen und Nockenwellen sowie ein neues Verfahren zum Balligschleifen von Präzisionswalzen.

An Drehbänken, Revolverdrehbänken und Fräsmaschinen sind neuerdings Einrichtungen zu bemerken, die eine größere Präzision der Selbstauslösung und der Selbstgänge zulassen, so daß Längenmaße mit 0,01 bis 0,02 mm Genauigkeit mit selbsttätiger Auslösung bearbeitet werden können. Hand in Hand hiermit geht die zunehmende Verwendung der Endmaße bei der Bearbeitung in der mechanischen Werkstatt und damit bei einer Vereinfachung der Herstellungsverfahren eine vergrößerte Genauigkeit.

Neuerdings sind für Drehbänke Konstruktionen ausgeführt worden, die das Schneiden sämtlicher normalen Gewinde ohne Verwendung der Wechselräder mit Hilfe des Vorschubräderkastens ermöglichen. Es können sowohl metrische als auch Zoll- und Modulgewinde sämtlicher normalen Steigungen, also ohne Verwendung des 127er Rades durch einfache Hebelumstellung geschnitten werden.

Der Einscheibenantrieb

Während des Krieges und kurz danach wurden Einscheibenmaschinen, besonders kleine und mittlere, nur in Ausnahmefällen gebaut, weil die für solche verwickelten Konstruktionen nötigen guten Lagermetalle nicht vorhanden waren. Neuerdings macht sich wieder das Bestreben bemerkbar, Einscheibenmaschinen zu bevorzugen. Mit Erfolg hat man sich bemüht, durch Verwendung von regelbaren Stufenmotoren die Stufensprünge so zu gestalten, daß die Wirtschaftlichkeit in erster Linie gewahrt bleibt, indem bis zu 50 und 60 Geschwindigkeitsstufen geschaffen wurden, die sämtlich im Bereich der Verwendungsmöglichkeit liegen und somit für alle vorkommenden Arbeiten die Auswahl einer passenden Geschwindigkeit gewährleisten.

Hierbei tritt der Nachteil auf, daß neben der normalen, von der Transmission angetriebenen Einscheibenmaschine noch eine zweite Konstruktion mit vereinfachtem Antriebmechanismus in Verbindung mit Stufenmotor nötig wird. Als Prinzip ist neuerdings bei den elektrischen Antrieben die Bedingung gestellt, daß Maschine, Motor und Zubehör als einheitliches Ganzes zu betrachten sein müssen, so daß eine Maschine mit elektrischem Antrieb bei dem Wechsel ihres Standortes mit Motor und sämtlichem Zubehör gehoben und vom Platz geschafft werden kann und nach Wiederaufstellung nur der Anschluß herzustellen ist. Demzufolge sind Regelung und Umschaltung teilweise in den Mechanismus der Maschine mit eingebaut.

Noch weiter geht man, indem der Motor bzw. der Anker um die Arbeitspindel herumgebaut wird, was z. B. auf der letzten Messe des Vereines Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken gezeigt wurde. Diese Konstruktion hat aber für den Werkzeugmaschinenbauer einen großen Nachteil, weil sie stets abhängig ist von der Konstruktion des betreffenden Motors und weil die Arbeitspindel als ein Teil der Werkzeugmaschine auch gleichzeitig die Ankerwelle, also ein Teil des Motors ist. Dieser Umstand muß zu Unbequemlichkeiten in der Fabrikation und zur Verlängerung der Lieferzeiten führen.

Auch bei Hobelmaschinen waren auf der letzten Messe bemerkenswerte Neuheiten mit elektrischem Antrieb ausgestellt, die hauptsächlich die Regelung und die Rücklaufsteuerung betrafen.

Neue Werkzeuge

An Drehbänken macht sich neuerdings das Bestreben bemerkbar, durch Verwendung von mehrfachen Stahlhaltern die Vorteile der Revolverdrehbänke auf die Drehbänke zu übertragen. Starke Fortschritte sind indessen in der im letzten Jahr auf den Markt gebrachten Neukonstruktion von Revolverautomaten zu verzeichnen. Die nach der Grundanordnung von Brown & Sharpe gebauten Maschinen haben den Vorzug, daß die toten Wege in der kürzestmöglichen Zeit ausgeführt werden. Einem Nachteil, der dieser Konstruktion anhaftet, nämlich der Kompliziertheit der Kurve, sucht man neuerdings durch die kurvenlose Maschine zu begegnen, indem man unter Beibehaltung der kurvenlosen Anordnung versucht, die toten Wege auf das kürzeste Zeitmaß zu beschränken.

Bei den Fräsmaschinen hat man neuerdings versucht, die Spitzenhalter so zu konstruieren, daß sie den Widerstand des Fräserdornes aufzunehmen imstande sind, ohne daß die bisher gebräuchliche Verbindung zwischen Spitzenhalter, Fräsdorn und Konsol nötig wird. Zu einer Änderung, die auf allen Seiten Befriedigung auslöst, scheint man bisher jedoch noch nicht gekommen zu sein. Ebenso hat man versucht, die Hebel für Geschwindigkeitsschaltung am Vorderteil des Konsols anzubringen; dadurch wurde die Maschine allerdings viel komplizierter.

[M 293] Huhn.

Eisenbahn-Maschinenwesen.

Durch die Vereinigung der Staatsbahnen der Länder zur Deutschen Reichsbahn ist eine tiefgreifende Umgestaltung des Eisenbahnwesens hervorgerufen worden, die sich auch im vergangenen Jahre mächtig fortgesetzt hat. Der Oberbau und die Betriebsmittel müssen in erster Linie einheitlich gestaltet werden, damit sich die Vorteile der Zusammenfassung voll ausnutzen lassen[1]).

Lokomotiven.

Mit Rücksicht auf die Schaffung von neuen Einheitslokomotiven wurden in diesem Jahre nur zwei neue Bauarten in Dienst gestellt. Für schweren Personen- und Schnellzugdienst auf langen Steigungen von 10 vT dient die 1 D 1-Personenzug-Lokomotive P 10 mit 1750 mm Raddurchmesser und 70 t Reibungsgewicht. Sie ist eine Drillingslokomotive, die auf Grund der Probefahrten für 120 km/h höchste Fahrtgeschwindigkeit zugelassen wurde.

Ferner wurde eine 1 D 1-Tenderlokomotive T 28 für den Betrieb auf Zahnradstrecken geschaffen. Sie hat zwei Zahntriebräder, die mittels Zahnradübersetzung von einer besonderen Dampfmaschine angetrieben werden. Diese arbeitet als Niederdruckmaschine mit den Zylindern des Reibtriebwerkes. Die Ergebnisse mit dieser Lokomotive waren sehr günstig im Vergleich zu den älteren C 1-Lokomotiven. Bei dieser Gelegenheit sei noch die im vorigen Jahre geschaffene 1 E 1-Tenderlokomotive der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn erwähnt, die ebenfalls in Steigungen von 60 vT, jedoch ohne Zahntriebwerk arbeitet und dabei noch größere Zuglasten befördert hat als die erwähnte 1 D 1-Zahnradlokomotive. Ihr Reibungsgewicht beträgt 75 t, und da jedes Rad mit Sandröhren für beide Fahrtrichtungen versehen ist, kann sie Zugkräfte bis ungefähr 25 000 kg ausüben.

Die Turbolokomotiven nach Zoelly und Ljungström[2]) haben große Beachtung gefunden, und die Firmen Fried. Krupp A.-G. und AEG sind infolgedessen mit dem Bau von Turbolokomotiven beschäftigt. Große Aufmerksamkeit wendet man auch den Diesellokomotiven zu. Zunächst handelt es sich allerdings nur um die Vorbereitungen zur Schaffung der großen Thermolokomotive durch den Bau kleinerer Ausführungen bis zu ungefähr 120 PS. Die elektrische Übertragung zwischen Dieselmotor und Treibachse findet wegen der hohen Kosten wenig Anklang. Dagegen bearbeitet man erfolgreich die Frage der hydraulischen Übertragung durch das Lentzgetriebe[3]). Die Linke-Hofmann-Werke haben eine damit ausgerüstete 120pferdige Verschiebelokomotive seit einiger Zeit erfolgreich in Betrieb. Ob es der richtige Weg zur Schaffung der Thermolokomotive ist, den üblichen Dieselmotor unter Zwischenschaltung irgendeiner Übertragung zu verwenden, mag zweifelhaft erscheinen. Wesentlich einfacher ist jedenfalls die Lösung dann, wenn man das Triebwerk unmittelbar auf die Treibachse wirken läßt. Der Dieselmotor allein ist hierzu nicht imstande, jedoch bietet das System einer Dampf-Dieselmaschine nach Still einen Ausweg. Eine Thermolokomotive dieser Art wird von Ford in Amerika bearbeitet.

Eisenbahnwagen.

Im Bau von Eisenbahnwagen sind die Einheitstypen zum größten Teile schon geschaffen. Die Personenwagen bestehen ganz aus Eisen[4]). Sie erhalten Tonnendächer, während man früher in Norddeutschland Lüftaufbauten hatte. Für Personenzüge werden an Stelle der dreiachsigen nur noch zweiachsige Wagen von 8,5 m Radstand verwendet. Da bei Benutzung des üblichen Federblatt-Querschnittes von 13 auf 90 mm die Tragfedern sehr viel Lagen und infolgedessen große Eigenreibung erhalten hätten, wurde ein neuer Blattquerschnitt von 16 auf 120 mm gewählt.

In Verbindung mit der Verstärkung des Oberbaues und der Brücken sind jetzt vierachsige Großgüterwagen von 50 t Tragfähigkeit möglich geworden[5]), während früher bei einem zulässigen Gewicht von 3,6 t/m ein solcher Großgüterwagen mit 20 m Länge zu unhandlich geworden wären. Die neuen 50 t-Wagen laufen nicht auf Drehgestellen, sondern auf freien Lenkachsen. Bei diesen Güterwagen, die natürlich als Selbstentlader ausgebildet sind, hat man auch die durchgehende Zugstange verlassen, die durch die starre Verbindung vom ersten bis zum letzten Wagen zu vielen Zugtrennungen führte und das Anziehen der Züge sehr erschwerte. Da nun jeder Zughaken für sich gefedert ist, könnten Schwingungen der Wagen in der Zugrichtung auftreten; deshalb wurden zur Dämpfung solcher Schwingungen die Pufferfedern so ausgebildet, daß sie sehr große Eigenreibung erhalten. Sie geben infolgedessen nur einen ganz geringen Teil der Energie wieder ab, den sie beim Zusammendrücken aufgenommen haben.

Mit der zunehmenden Zahl der Züge und Lokomotiven reicht die Schraubenkupplung immer weniger aus. Deshalb wurden die Großgüterwagen, die immer nur in geschlossenen Zügen laufen, versuchsweise mit selbsttätigen Mittelkupplungen versehen[6]). [M 282]

F. Meineke.

Kraftfahrzeuge.

Einführung technischer Neuerungen gehemmt

Im Gegensatz zur Entwicklung des Kraftverkehrs, der im abgelaufenen Jahr auf allen Zweigen der Personen- und Güterbeförderung unverkennbare Fortschritte zu verzeichnen hatte, haben sich infolge der traurigen wirtschaftlichen Entwicklung des Deutschen Reiches die vielen technischen Neuerungen, deren erste Ausführungen man auf der letzten Automobil-Ausstellung im Herbst 1921 zu Berlin[7]) sehen konnte, bis heute noch nicht verwirklicht und noch viel weniger in die Praxis eingeführt. Der stetige Niedergang der deutschen Währung hat unsern Automobilfabriken eine so ungeheure und unerschöpfliche Hochflut von Bestellungen auf ihre gängigen Wagentypen gebracht, daß sie bis jetzt keine Zeit finden konnten, mit ihren zum Teil vollständig durchgeprobten Neukonstruktionen in die laufende Reihenerzeugung einzutreten, ganz abgesehen davon, daß in diesen Betrieben, wo alle Kräfte angespannt werden müssen, um die dringendsten Lieferverpflichtungen zu erfüllen, immer verhältnismäßig wenig Zeit übrig bleibt, um die im Gang befindlichen Versuche zu fördern.

So kommt es, daß aus den bemerkenswertesten Neuerungen der deutschen Kraftwagentechnik, vor allem aus der umfangreichen Einführung des Silumins in den Aufbau des Automobils, den vorübergehend stark überlastbaren Motoren von Maybach und Daimler, von denen man sich versprochen hatte, daß sie die Getriebe teilweise entbehrlich machen könnten, und sogar dem Tropfenwagen von Rumpler, alles Neuerungen, auf welche die Technik mit Recht große Hoffnungen gesetzt hatte und auch heute noch setzen darf,

---

[1]) Z. 1922 S. [illegible]

[2]) Z. 1922 S. 1060. [3]) Z. 1921 S. 1160. [4]) Z. 1921 S. 261 u. f. [5]) Z. 1922 S. [illegible] [6]) Z. 1922 S. 1135. [7]) Z. 1921. S. 1155.

bis jetzt noch nicht viel geworden ist. Den Bau der Rumpler-Wagen hat vor etwa zwei Jahren die Firma Benz & Cie. A.-G., Mannheim, übernommen, aber, soweit bekannt, ist seine Erzeugung in Reihen noch lange nicht zu erwarten. Dagegen soll beabsichtigt sein, einen Wagen dieser Bauart in dem bevorstehenden Frühjahrsrennen 1923 auf der Automobil-Verkehrs- und Übungsstraße im Grunewald zum ersten Mal einer öffentlichen Probe zu unterwerfen. Sogar die Einführung der Kolben aus leichten Aluminiumlegierungen, wofür namentlich die Untersuchungen Prof. Beckers einen wertvollen Untergrund geschaffen hatten, ist anscheinend zum Stillstand gekommen und vereinzelt sogar wieder aufgegeben worden, nachdem sich Schwierigkeiten, vielleicht auch wirtschaftlicher Natur, eingestellt hatten, die die Fabriken nicht ohne weiteres beheben konnten.

Verbilligung in Herstellung und Betrieb

Unter dem Einfluß der geschilderten Verhältnisse beschränkt sich der technische Fortschritt des deutschen Kraftfahrzeugwesens vorwiegend auf Verbesserungen, die geeignet sind, die Herstellung oder den Betrieb der Kraftwagen zu verbilligen. Mit Bezug auf die Verbesserungen in der Fabrikation kann man insbesondere feststellen, daß der Gedanke der Normung im Kraftwagenbau nützlich ist und unverkennbar an Boden gewinnt, wenngleich man Zweifel hegen könnte, ob der richtige Weg zur Verbreitung dieses Gedankens die Festlegung der Normen durch den Staat ist. Klar ist jedenfalls, daß die Normung aller jener Wagenteile, die die Automobilfabrik nicht selbst herstellt, die Erzeugung dieser Teile in großen Reihen ermöglichen, also vereinfachen und verbilligen muß. Anderseits gibt es, wie die Erfahrungen in andern Ländern beweisen, sicher auch noch andre Mittel als den staatlichen Zwang, um die Abnehmer solcher Zubehörteile zur Aufgabe überflüssiger und die Reihenerzeugung störender Sonderwünsche zu veranlassen. Ein weites Feld steht ferner der Normung im innern Betrieb jeder großen Kraftwagenfabrik offen. Dieses Gebiet zu bearbeiten, wäre um so dankbarer, als dabei keine Fabrik gezwungen wäre, die besonderen Kennzeichen ihrer Bauart zu opfern.

Der Verbilligung des Kraftwagenbetriebes dienen namentlich die zahlreichen Versuche auf dem Gebiet der Kraftwagenbrennstoffe, die das Ziel verfolgen, uns von dem Bezug aus dem Ausland unabhängig zu machen. Abgesehen von dem aus Naphthalin hergestellten Tetralin, das mit Benzol und Spiritus gemischt, wenigstens bis vor kurzer Zeit als Reichskraftstoff abgegeben wurde, gewinnt man in neuerer Zeit namentlich aus Braunkohle Brennstoffe, die sich, obgleich sie spezifisch schwer sind, mit wachsendem Erfolg in den üblichen Vergasermaschinen der Kraftwagen verwenden lassen. Freilich wird auch hier der Fortschritt durch allerlei wirtschaftliche Schwierigkeiten, namentlich durch die Kohlennot, stark aufgehalten.

Zunehmender Kraftverkehr

Was den Kraftwagen als Verkehrsmittel anbelangt, so vollzieht sich der Ersatz des tierischen Zuges durch den mechanischen Zug und die allgemeine Mechanisierung des Verkehrs auf den Landstraßen trotz aller Schwierigkeiten auch bei uns unaufhaltsam. Die Zahl der Postverbindungen mit Kraftomnibussen und der in behördlichem Dienst verwendeten Kraftwagen usw. hat bereits eine ansehnliche Höhe erreicht, und vielfach stellen Fabriken und andre Unternehmungen Lastkraftwagen ein, um sich von der stark verteuerten und nicht immer ganz zuverlässigen Eisenbahnzufuhr unabhängig zu machen. Immer deutlicher heben sich dabei die Grenzen ab, wo das schwere Schienenfahrzeug wirtschaftlich gegenüber dem verhältnismäßig leichteren Kraftfahrzeug zurücktreten muß, wo also der Kraftwagen eine wertvolle Ergänzung des vorhandenen Eisenbahnnetzes werden kann.

Mechanisierung des Straßenverkehrs kann man endlich auch den Umschwung nennen, der sich mit dem Ersatz des gewöhnlichen Fahrrades durch das Kraftfahrrad vollzieht. Eine sehr umfangreiche Industrie befaßt sich bei uns bereits damit, leichte, mit schwachen Einzylindermotoren ausgerüstete Fahrräder zu erzeugen, deren Leistung namentlich in der Ebene vollkommen genügt, um dem Benutzer den eigenen Kraftaufwand beim Treten zu ersparen. [M 290] A. Heller.

Schiffbau.

Geldentwertung und Wiederaufbau

Der deutsche Schiffbau hat im abgelaufenen Jahr unter ganz andern Bedingungen gearbeitet, als der aller übrigen Länder. Es gilt vor allem, den Mangel an deutscher Tonnage zu beseitigen, damit nicht länger riesige Summen deutschen Volksvermögens ins Ausland gehen als Frachtgelder für die auf fremden Schiffen eingeführten Waren, obschon diese in bezug auf ihre Menge auf Grund der verhängnisvollen Geldentwertung ganz erheblich unter der Vorkriegseinfuhr zurückbleiben. Anderseits hat das Fallen der deutschen Mark die deutschen Reeder gegenüber dem Auslande gut wettbewerbfähig erhalten und ihnen damit ermöglicht, unter voller Ausnutzung des vorhandenen Schiffsparkes Verdienst zu finden, durch den sie wieder die deutsche Schiffbauindustrie gut beschäftigen konnten. Im großen Ganzen ist daher die Beschäftigung der Werften die gleiche geblieben wie im Vorjahre, wenn auch die Zahl der beschäftigten Arbeiter etwas zurückgegangen ist. Außer Neubauten spielten das Reparaturgeschäft und Instandsetzungs- und Überholungsarbeiten älterer deutscher- oder zurückgekaufter oder im Ausland erworbener Schiffe eine große Rolle. Eine Reihe von Werften ist mit dem Bau von Schiffen auf Reparationskonto beschäftigt, zu denen einige große Frachtdampfer und Motorschiffe für Frankreich, Italien und Griechenland gehören, wie auch die vielen neu auszuliefernden oder als Ersatz für bereits abgegebene wieder zu bauenden Flußfahrzeuge. Unter der Zahl von Neubauten für Auslandrechnung sind vor allem die der Deutschen Werft in Hamburg in Auftrag gegebenen großen Motorschiffe zu erwähnen.

Eisenhütten und Werften

Der Gedanke, daß sich Werften mit Walzwerken geschäftlich verbinden, um dadurch bevorzugte Belieferung mit Schiffbaumaterial zu erreichen, hat auch in diesem Jahr an Anhängern gewonnen. Anderseits haben auch wieder Eisenhüttenwerke, wie Krupp und die Gutehoffnungshütte, auf neu eingerichteten Werften selbst den Schiffbau aufgenommen, und andre wie Lauchhammer liefern das fertig nach Spezifikation vorgearbeitete Material, das dann auf den Werften nur noch zusammengesetzt und vernietet zu werden braucht. Die Zahlen der fertiggestellten Schiffe zeigen, daß die mit Walzwerken zusammengeschlossenen Werften aus der Verbindung großen Vorteil gezogen haben.

Die Materialpreise und Löhne sind in fortwährendem Steigen begriffen; Schiffbaumaterial nach Spezifikation kostete am:

1. Januar . .	6000	1. Juli . . .	13 600	1. Dezember	320 000 ℳ/t
1. April . . .	12 200	1. Oktober . .	62 700	15. Dezember	380 000 „

Die Stundenlöhne eines verheirateten Facharbeiters mit zwei Kindern betrugen am:

1. Januar . . .	13,40	1. Juli . . .	30,60	1. Dezember .	300,— ℳ
1. April . . .	20,25	1. Oktober .	110,—	15. Dezember .	380,— „

Damit sind bis Mitte Dezember die Materialpreise um 6330 vH, die Löhne um 3300 vH, die Produktionskosten um rd. 5200 vH gestiegen, während im Vergleich damit das englische Pfund Sterling um 4600 vH in die Höhe gegangen ist.

Neubauten und Neuerungen

Die Menge der auf deutschen Werften vom Stapel gelaufenen Tonnage kann nur geschätzt werden, da amtliche Zusammenstellungen fehlen. Nach den Stapellaufberichten sind es ungefähr 400 000 bis 450 000 B.-R.-T. Die bemerkenswertesten Neubauten dieses Jahres sind der „Columbus" des Norddeutschen Lloyds mit 40 000 B.-R.-T., die 13 500 B.-R.-T. großen Schwesterschiffe „Antonio Delfino" und „Cap Norte" der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffgesellschaft sowie die 22 000 B.-R.-T. großen Schwesterschiffe „Albert Ballin" und „Deutschland" der Hamburg-Amerika-Linie.

Die hervorstechendsten deutschen technischen Neuerungen dieses Jahres sind das Flettner-Ruder[1]), die Stabilitätswulste und der von Dr. Wagner erfundene Gegenpropeller. Alle diese Neuerungen bieten große Aussicht auf günstige Wirkung, wo sie auf passenden Schiffen angewandt werden. Die von Dr. Foerster in Hamburg erfundenen Stabilitätswulste werden auf „Albert Ballin" und „Deutschland" benutzt. Die mit dem Eisenbeton-Schiffbau gemachten Erfahrungen sprechen gegen seine tatsächliche Einführung.

Die Werften haben ihre Einrichtungen ebenfalls Verbesserungen unterzogen; trotz der verhältnismäßig niedrigen Löhne wurden selbsttätige Loch- und Bohrmaschinen in steigendem Maße eingeführt, und der Gebrauch der elektrischen Schweißung nimmt immer größeren Umfang an. Außerdem versucht man, die großen Kraftwerke durch moderne Abwärmeverwertung besser auszunutzen.

Über die Aussichten für das kommende Jahr zu urteilen, ist sehr schwer in dieser Zeit der wirtschaftlichen Unsicherheit. Sie sind schlecht, wenn die internationale Frachtenkrise nicht bald beendigt wird; denn es ist wenig wahrscheinlich, daß die deutschen Reeder im kommenden Jahr unter den gleichen günstigen Bedingungen arbeiten können wie im vergangenen. Das wird sich im wesentlichen nach der Gestaltung der Preise richten. Im Augenblick liegen die deutschen Schiffbau-Stahlpreise weit über dem Weltmarktpreis, und deutsche Werften bieten neue Schiffe zu 10 bis 20 £/t an. Das ist viel, wenn man bedenkt, daß die jetzt für eigene Rechnung auf deutschen Werften fertiggestellten Schiffe für etwa 7 £/t verkauft worden sind. [M 289] Commentz.

Schiffsmaschinenbau.

Wiederaufbau

Das Jahr 1922 brachte, was Schiff- und Schiffsmaschinenbau angeht, den Fortgang des Wiederaufbaues unsrer Handelsflotte. So schwer die Durchführung dieses Werkes ist für eine zerschlagene Wirtschaft, wie die unsrige, so unabänderlich notwendig ist sie gerade für die Wiederaufrichtung unserer Wirtschaft. Dieser Erkenntnis, die alsbald nach Kriegsschluß alle wirtschaftlichen Kreise durchdrang, folgte im Bereich der Schiffahrt unmittelbar die energische Tat. Überraschend und hocherfreulich zugleich ist es zu hören, wie weit diese Tat bereits vorgeschritten ist: die größeren Schiffahrtsgesellschaften werden im kommenden Jahre die Hälfte und mehr ihrer Vorkriegsflotte wieder im Dienst haben.

Aus allem Unglück aber erblüht auch hier ein Segen, wie immer in der wirklichen Welt Nutzen und Schaden, Vor- und Nachteil untrennbar beieinander sind. Wir können unbehindert durch Rücksichten auf Vorhandenes Neues bauen, wir können Neuanlagen schaffen von erhöhter Wirtschaftlichkeit, so wie der gegenwärtige Stand der Technik es erlaubt. Den Erfolg zeigt die Mitteilung einer großen Reederei, daß sie bei ihren neuen Schiffen gegenüber denen von 1914 wieder eine um 10 vH höhere Energiewirtschaftlichkeit erreicht habe. Hiernach bedeuten unsere alten Schiffe für die damit beschenkten Nationen nichts weniger als ein ideales Geschenk, wie sie im Frachtenwettbewerb auf See vielleicht schon gemerkt haben.

Wirtschaftlichkeit

Über allen modernen Bestrebungen im Schiff- und Schiffsmaschinenbau steht naturgemäß das Merkwort „Wirtschaftlichkeit". Weit hinter uns liegt die Zeit, wo wir uns den Ehrgeiz nach den größten Schiffen gestatten konnten. Dazu sind wir heute zu arm, und wir dürfen den Verlust unserer Ozeanriesen, jener technischen Glanzleistungen, mit denen wir alle Welt übertrafen, auch noch mit anderm Gefühl als dem des tiefsten Schmerzes betrachten.

[1]) Z. 1922 S. 976.

Heute ist sparsamster Verbrauch für den einzelnen und das Ganze Lebensbedingung.

Der Wege zu diesem Ziele sind inzwischen gar manche beschritten worden. Im Schiffbau erstrebt man das wirtschaftlichste Schiff, d. h. das Schiff, dessen Größenbemessung, Formgebung, Herstellung und Betrieb den besten wirtschaftlichen Wirkungsgrad ergibt, im Schiffsmaschinenbau entsprechend die wirtschaftlichste Maschinenanlage, d. h. die Anlage, die mit dem geringsten Raum- und Gewichtbedarf zugleich den sparsamsten Verbrauch an Brennstoffen verbindet.

In dieser Hinsicht zeitigte das letzte Jahr bemerkenswerte Erfolge. Den bekannten Fortschritten in der Entwicklung der Schiffsdampfturbinen durch die Verbindung mit Rädergetrieben sind neue ähnlich geartete in bezug auf Ölmaschinen gefolgt. Die Wirkung aber dringt hier ungleich tiefer als dort. Bei der Getriebe-Dampfturbine wird der Gewinn aus der schnellaufenden Turbine durch die unveränderliche Kesselanlage immerhin erheblich gedämpft. Die Verbindung aber der raschlaufenden Ölmaschine mit der Schiffsschraube normaler langsamer Drehzahl durch ein Rädergetriebe verwirklicht das vorläufig höchsterreichbare Ziel in Hinsicht der Ersparnis an Gewicht und Raum. In dieser Beziehung erscheint eine solche Maschinenanlage als wirtschaftlich vollendete Lösung. Technisch ist sie unbedingt die schwierigste wegen der ungünstigen Wirkung des stark veränderlichen Motordrehmoments auf das Rädergetriebe. Von diesem Standpunkt aus sind die Erfolge der Motorschiffe „Havelland" und „Münsterland" zu werten, die Blohm & Voss für die Hamburg-Amerika-Linie gebaut haben[1]).

Langsam aber stetig bereiten sich in den Schiff- und Maschinenbauwerkstätten unsrer Werften die neuzeitlichen Arbeitsverfahren aus und steigern die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung. So schwierig dieser Weg zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit für eine Herstellung ist, die ihrem Wesen nach Einzelbau darstellt und an Vielgliedrigkeit ihres Gleichen sucht, so wichtig ist vom wirtschaftlichen Standpunkt der dauernde Fortschritt in dieser Richtung.

Folgerichtig hat der Schiff- und Schiffsmaschinenbau die wichtigste Voraussetzung für möglichst rationelle Arbeit in der Werkstätte zu schaffen begonnen: die Normung der dafür geeigneten Bauteile. Die Arbeiten des Handelsschiffs-Normenausschusses, schon 1917 in Angriff genommen, sind inzwischen weitgehend gefördert worden. Gegen 4000 Teile sind bereits genormt, und ein Jahr weiterer gleich starker Arbeit dürfte dieses bedeutsame Werk zum Abschluß bringen. [M 295] F. Romberg.

Kältetechnik.

Kältemaschinen Die Entwicklung der Maschinen zur Kälteerzeugung in den letzten Jahren ist gekennzeichnet durch die Einführung des Betriebes mit trockenen bzw. überhitzten Dämpfen sowie die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Vorrichtungen zum Wärmeaustausch auf Grund der vermehrten Kenntnisse über die Gesetzmäßigkeiten des Wärmeüberganges[2]). Während aber diese neuen Gesichtspunkte in der Gestaltung der Maschinen voll zum Ausdruck gelangen und bereits zu einer gewissen Einheitlichkeit des Aufbaues geführt haben, sind zwei Aufgaben, an denen seit Jahren mit Eifer gearbeitet wird, noch nicht zu ganz befriedigender Lösung gelangt, wenn man sich dieser auch beträchtlich genähert hat.

Das ist die Schaffung der Kleinkältemaschinen, also von Maschinen für den Hausgebrauch mit einer Leistung von weniger als 1000 kcal/h, die bei niedrigen Beschaffungskosten wirtschaftlich und ohne Bedienung arbeiten, sowie von Absorptionsmaschinen, bei denen durch Vermeidung von nicht umkehrbaren Vorgängen die Wirtschaftlichkeit auf die Höhe der Kompressionsmaschinen gebracht wird. Zur Lösung der ersten Aufgabe bestehen zahlreiche konstruktive Vorschläge unter Verwendung sowohl von Kompressions- wie von Absorptionsmaschinen, die zum Teil schon ganz brauchbar sind. Für die zweite Aufgabe liegen die theoretischen Grundlagen[3]) bereits vor, es fehlt aber noch ihre konstruktive Verwirklichung. Die Lösung der zweiten Aufgabe schließt vielleicht die der ersten in sich.

Kühlanlagen Die Erstellung größerer Kältemaschinenanlagen in Deutschland wurde im vergangenen Jahr durch die wirtschaftlichen Verhältnisse fast völlig unterbunden. Immerhin wurde das Kühlhaus „Frigus" in Bremerhaven erbaut und in Betrieb genommen, worin 6 000 000 kg Gefrierfleisch lagern und stündlich 1500 kg Eis erzeugt werden können.

Kühlwagen Wesentliche Fortschritte sind auf dem bei uns bisher ganz vernachlässigten Gebiet der Verfrachtung leicht verderblicher Lebensmittel gemacht worden. Die Kühlhäuser unserer Hafenstädte nehmen vielfach Gefrierfleisch auf, das nicht in Deutschland verbraucht, sondern nach südlichen Ländern: Jugoslawien, Italien usw., weiterbefördert wird. Zur Abwicklung dieser Transporte hat sich die Kühltransit-Verkehrsmittel A.-G. gegründet, an der große Schiffahrtsunternehmungen, mehrere Kühlhäuser sowie zwei große Verkehrsunternehmungen beteiligt sind. Diese ausgedehnte Organisation ist notwendig, damit das empfindliche Gut nicht durch Aufenthalt in warmer Luft, der sich sonst kaum vermeiden ließe, geschädigt wird. Die Gesellschaft hat für die ausgedehnten Transporte durch Maschinen gekühlte Wagen[4]) zur Verfügung, die zu ganzen Zügen zusammengestellt werden. Ein Kältemaschinenwagen versorgt eine ganze Reihe von Kühlwagen mit Kälte, die durch Salzwasser, bei den neusten Wagen aber durch Luft übertragen wird.

[1]) Z. 1922 S. 13. [2]) Z. 1921 S. 1349. [3]) Z. f. d. ges. Kälteindustrie 1913. [4]) Z. f. d. ges. Kälteindustrie 1922 S. 183.

Für Verfrachtungen innerhalb Deutschlands sind so verwickelte Einrichtungen nicht nötig, zumal es sich hier meist um Güter handelt, die eine höhere Temperatur — etwas über 0° — vertragen, nämlich Fische und Milch. Es ist ein großes Verdienst der Reichseisenbahn, eine größere Anzahl Kühlwagen[5]) beschafft zu haben, die im Gegensatz zu den früheren sogenannten Kühlwagen und Wärmeschutzwagen, ihren Namen wirklich verdienen. Sie sind mit 10 bis 12 cm dickem Kork oder Torfoleum gut isoliert und enthalten einen Eisbehälter, der an einer Stirnwand angeordnet ist. Bei dem Bau sind alle Erfahrungen der neuzeitlichen deutschen Wärmeschutztechnik sowie amerikanische Versuchsergebnisse benutzt worden, und die Betriebsergebnisse haben bereits gezeigt, daß die Wagen den Erwartungen entsprechen. Damit das wirklich Allerbeste herausgefunden wird, werden verschiedene Wagengruppen gebaut, die in Einzelheiten voneinander abweichen, und die einzelnen Bauarten sollen dauernd beobachtet und miteinander verglichen werden, bis man zu einem Einheitswagen kommt. Durch das großzügige Unternehmen wird ein Mangel unsres Verkehrswesens beseitigt, der schon zu sehr schweren Schädigungen geführt hat. [M 291] Martin Krause.

Gasindustrie.

Erzeugung des Gases Der seit Jahren bestehende Mangel an backenden Kohlen, die allein zur Leuchtgaserzeugung geeignet sind, hat sich durch den Verlust Oberschlesiens noch verschärft. Die Gaswerke haben sich deshalb entschließen müssen, dem Kohlengase zur Deckung des Gasbedarfs reichliche Mengen des aus Koks erzeugten Wassergases zuzusetzen. Wassergas liefert etwa die gleiche Verbrennungstemperatur wie Kohlengas; es ergeben sich deshalb für das Mischgas die nämlichen Verwendungsmöglichkeiten[6]).

Der Aufgabe, neben Kohlengas viel Wassergas herzustellen, trägt eine neue senkrechte Entgasungskammer mit ruhender Ladung und 24stündiger Beschickungsfrist Rechnung. Der in der Kammer während der Entgasung allmählich entstehenden glühenden Kokssäule wird Wasserdampf zugeführt. Dank der zweckmäßigen Ausführungs- und Beheizungsart der Kammer setzen sich darin Koks und Wasserdampf weitgehend in Wassergas um. Es haben auf 100 kg Reinkohle bis zu 240 000 kcal in Gasform gewonnen werden können, während die sonstige „trockene" Entgasung der gleichen Kohlensorte für sich nur 170 000 kcal hätte erzielen lassen. Über andre Retorten- oder Kammeröfen ist wesentlich Neues nicht bekannt geworden.

Soweit das Wassergas nicht in den Entgasungsräumen selbst gewonnen wird, ist es in besonderen Wassergasanlagen zu erzeugen. Die Aufmerksamkeit, die deren Betriebe zugewendet wird, äußert sich in neuen Maßnahmen, die im wesentlichen in der Messung der den Generatoren minutlich zuströmenden Dampfmenge und ihrer Anpassung an den gewünschten Gasungsverlauf bestehen. Die bekannte Dampfmenge gestattet auch in einer von Dr. R. Geipert vorgeschlagenen Weise die ungefähre Berechnung des in jeder Gasungsminute erzeugten Wassergases und ermöglicht dadurch eine bequeme und nützliche Überwachung des Vorganges. Auch über die restlose Vergasung von Kohlen liegen bemerkenswerte Mitteilungen vor.

Das Bestreben, Brennstoff zu sparen, hat auf Gaswerken immer mehr Abhitzekessel sowohl an Generatoröfen wie in der Wassergasanlage entstehen lassen. Auch wird versucht, die Eigenwärme des entgasten glühenden Koks zur Dampferzeugung auszunutzen.

Gasreinigung Für die Reinigung des Gases vom Schwefelwasserstoff hat man statt des bisher benutzten Eisenoxydhydrates aktive Kohle vorgeschlagen, die bei geringem Luftzusatz zum Gase die Verbrennung von H_2S zu S veranlassen sollte; ebenso ist die Verwendung aktiver Kohle für die Gewinnung des Benzols aus dem Gas angeregt; keines von beiden Verfahren ist aber bis jetzt verwirklicht worden. Um der Knappheit an flüssigen Brennstoffen zu steuern, haben sich viele Gaswerke zwar veranlaßt gesehen, dem Gas das Benzol zu entziehen, jedoch in der auf Kokereien üblichen Art mit Hilfe von Waschöl, das aus den zwischen 200° und 300° C siedenden Anteilen des Steinkohlenteers besteht.

Die Verwendung des Gases im Haushalt, in der Industrie und im Handwerk stand im letzten Jahr im Zeichen des schnellen Steigens der Brennstoffpreise, die bei den festen Brennstoffen zweibis dreimal so schnell stiegen wie beim Gas. Es wurden bereits viele mit Koks beheizte Sammelanlagen für Warmwasser-Versorgung und Heizung wegen der hohen Brennstoffkosten außer Betrieb gesetzt. Die Einführung von Gas-Bade- und Gas-Heizöfen machte daher gute Fortschritte. Bei der Gasheizung zeigte sich das Bestreben, nach englischem Vorbilde die strahlende Wärme zur Raumheizung mehr als bisher zu benutzen, und zwar in Verbindung mit Luftumwälzheizung. Ein typischer Vertreter dieser Heizart ist der Askania-Radiator, dessen Unterteil aus einem Glühkörperkamin besteht, auf den zur weiteren Ausnutzung der Heizgaswärme ein Röhrenheizkörper aufgesetzt ist. Der Ofen erreicht eine schnellere Anwärmung des Fußbodens und der unteren Teile des Raumes und eine milde Erwärmung der Luft bei gleichzeitigem Vermeiden von Staubverbrennung.

Auch in der Industrie fand das Gas vermehrte Verwendung. Bezeichnend ist hierfür eine Verfügung des Reichs-Verkehrsministeriums, nach der die Werkstätten angewiesen werden, möglichst alle Feuer mit Gas zu betreiben. [M 284] R. Geipert.

(Fortsetzung folgt.)

[5]) Z. 1922 S. 921. [6]) Z. 1921 S. 38.

RUNDSCHAU.

AUS DEM AUSLAND.

Elektrotechnik.

45 000 kVA-Stromerzeuger des Queenston-Werkes.

Im Kraftwerk Queenston[1] an den Niagara-Fällen sind Stromerzeuger von der beträchtlichen Leistung von 45 000 kVA aufgestellt worden. Über beachtenswerte Einzelheiten der Maschinen berichtet das „Journal of the American Institute of Electrical Engineers" vom Juni 1922, dem wir folgendes entnehmen.

Die Stromerzeuger liefern Drehstrom von 12 000 V bei 25 Per./h und 187,5 Uml./min. Bei 80 vH Beaufschlagung der Turbine sind sie mit der Nennleistung von 45 000 kVA belastet. Hierbei überschreitet die Temperatur 65° C nicht, wie durch Meßvorrichtungen, die in die Kanäle des Ständerkernes eingebaut sind, sowie durch Widerstandmessungen an den Anker- und Erregerwicklungen festgestellt worden ist. Der Wirkungsgrad bei Vollast einschließlich aller mechanischen und elektrischen Verluste ist zu mindestens 97,75 vH bei 100 vH Beaufschlagung der Wasserkraftmaschine gewährleistet. Die Erregermaschine liefert 150 kW bei 250 V.

Einige Abmessungen und Gewichte sind in der folgenden Zusammenstellung aufgeführt.

Durchmesser des Ankergehäuses	7 493	mm
Höhe des Ankergehäuses	3 048	„
Gesamthöhe des wirksamen Kerns (geschätzt)	1650	„
Gesamthöhe vom Kupplungsflansch bis zur Oberkante des Erregers	10 312	„
Durchmesser des Magnetrades (geschätzt)	5 480	„
Durchmesser der Magnetradwelle	813	„
Länge der Welle	9 144	„
Länge des Spurlagers	1 752	„
Gewicht des ruhenden Ankers mit Kern und Wicklung	159	t
Gewicht des Ankergehäuses	81,5	„
Gewicht des Grundringes für das Gehäuse	33,5	„
Gewicht der Welle	36	„
Gewicht des oberen Lagersterns	45,5	„
Gewicht des unteren Lagersterns	11	„
Gewicht eines Pols mit Wicklung	4,5	„
Gewicht des Magnetradkörpers	172	„
Gesamtgewicht des Magnetrades	281	„
Gesamtgewicht des Stromerzeugers mit Erreger	566	„
Gesamtbelastung des Spurlagers	454	„

Die Stromerzeuger sind als Innenpolmaschinen mit senkrechter Welle, zwei Hals- und einem Spurlager gebaut. Ein kräftiger Grundring stützt das ruhende Ankergehäuse und trägt den Rippenfuß des unteren Halslagers, Abb. 1. Das Spurlager wird durch eine den ganzen oberen Teil des Gehäuses überspannende Platte gestützt, die ihrerseits in drei Punkten auf dem Rahmen aufliegt. Es trägt die umlaufenden Teile des Stromerzeugers und der Turbine.

Mit Rücksicht auf die Gießereieinrichtungen sowie auf den Transport wurde das Ankergehäuse in senkrechter Richtung in drei Teile zerlegt.

Der Blechkern wurde im Kraftwerk selbst zusammengebaut, da es bei so großen Abmessungen sonst nicht möglich gewesen wäre, ihn ohne Verbindungen auszuführen; für solche Verbindungen gibt es aber bei den auftretenden Erschütterungen und bei Beanspruchungen, die durch Wärmeausdehnungen entstehen, noch keine bewährten Konstruktionen. Die Nuten im Ankerkern sind ungewöhnlich breit für einen Stromerzeuger, der durch Wasserkraft getrieben wird, denn sie haben etwa die Breite, wie sie bei Turbogeneratoren üblich ist. Der Anker ist mit gewöhnlicher Trommelwicklung mit zwei Spulenseiten für die Nut versehen. Jede einzelne Windung ist mit Glimmerband isoliert, das mit der Hand aufgebracht ist, nachdem die Spule ihre Form erhalten hat. Ebenso besteht die Isolation der ganzen Spule aus Glimmerband; diese gleichmäßige Isolation bietet den Vorteil, daß sie bei leichter Erwärmung eine Dehnung der Spulen gestattet, ohne die Isolation zu gefährden.

Die oben und unten herausragenden Spulenenden werden voneinander durch zwischengelegte Holzstücke getrennt. Außerdem wird die ganze Wicklung gegen die zerstörende Wirkung der Kurzschlüsse durch Stahlringe geschützt, die von dem Gehäuse durch eiserne Füße gestützt werden. Damit die Wicklungen den Temperaturänderungen nachgeben können, sind sie durch getränkte Bänder mit den Tragringen hinreichend sicher verbunden. Auch diese Ringe sind mit Isolationsmasse umgeben, nicht nur der Isolation wegen, sondern auch um als Polster für die Spulen bei der explosionsartigen Wirkung schwerer Kurzschlüsse zu dienen. Dabei sind die Ankerspulen so ausgebildet, daß die Spannungskurve der idealen Sinuskurve möglichst nahe kommt und die zusätzlichen harmonischen Oberschwingungen ausgeschaltet sind.

Um das Formen der Spulen zu erleichtern, hat man den erforderlichen Kupferquerschnitt in einzelne Drähte aufgeteilt. Beachtung verdient auch der Phasenanschluß der Ankerwicklung, der durch einen am Ankergehäuse befestigten Ring ermöglicht wird, Abb. 2. Die Verbindung mit diesem Ring ist leicht löslich. Diese Ausführung hat den Vorteil leichter Zugänglichkeit zu allen Anschlüssen, was für die Nachprüfung

Abb. 1.
Längsschnitt durch den Stromerzeuger des Queenston-Werkes für 45 000 kVA bei 25 Per./s und 187,5 Uml./min.

a Erreger
b Stromabnehmerringe
c Erregerbühne
d Ankergehäuse
e Spurlager
f Wasserkühlung
g Lagerbühne
h oberes Halslager
i oberer Ölring
k Schwungringe
l Magnetradringe
m Pol
n Ankerkern
o Grundring
p Ventilatorflügel
q Stützbock für den Zusammenbau
r unteres Halslager
s unterer Lagerstern
t unterer Ölring

Abb. 1.

a Phasen-Sammelring
b Phasenverbindungen
c Gruppenverbindungen
d Klemmenverbindungen
e Verstärkungsringe
f Ankerspule
g Klemmflansch des Kerns
h Klemmplatte
i Ankernuten
k Unterlagbleche

Abb. 2.
Spulenkopf und Anschluß der Ankerwicklung.

[1] Vergl. Z. 1919 S. 785, 1921 S. 44, 1922 S. 1086.

und Reinigung besonders wertvoll ist; auch können beschädigte Spulen, ohne daß man alle Verbindungen zu lösen braucht, ausgewechselt werden.

Die Kühlluft wird dem Stromerzeuger von außerhalb oder aus der Maschinenhalle durch Leitungen unter dem Boden zugeführt und durch die Saugwirkung des Magnetrades durch die Maschine getrieben. Von dort wird die Luft durch Öffnungen im Ankergehäuse in einen die ganze Maschine umgebenden Raum gedrückt und dann durch ein Flügelrad über das Dach oder an jedem gewünschten Punkt des Maschinenhauses ausgestoßen. Da rd. 3400 m³/min Kühlluft für einen Stromerzeuger erforderlich sind, mußte für die Lüftung der einzelnen Maschinen und des ganzen Maschinenhauses besonders Sorge getragen werden.

Um den Eigentümlichkeiten der Wasserturbinen in bezug auf Geschwindigkeitsänderung bei plötzlichen Belastungsschwankungen Rechnung zu tragen, hat man dem Magnetrad ein größeres Schwungmoment gegeben, als man erhalten hätte, wenn das Rad nur unter Berücksichtigung der gewünschten Leistung ausgebildet worden wäre. Ein gewisses Schwungmoment war in den Polen mit ihren Spulen verfügbar, und das Gleichgewicht hätte in erster Linie durch den Radkranz erreicht werden müssen. Nun zeigte sich, daß, wenn man die axiale Länge des Kranzes durch die Länge der Pole begrenzte, die radiale Dicke dieses Ringes so groß geworden wäre, daß der Raum zwischen Ring und Nabe für die Kühlluft nicht ausgereicht hätte. Man fügte daher an das eigentliche Magnetrad oben und unten noch je einen Schwungring an, Abb. 3. Das ganze Magnetrad besteht also mit den beiden Schwungringen aus sieben einzelnen Ringen, die übereinander auf die Welle aufgebracht sind. Die Naben der Ringe sind etwas breiter als die Kränze, wodurch der für die Kühlluft nötige Durchgangsraum geschaffen ist. Der Umlauf der Luft wird außerdem durch Flügel an beiden Enden des Magnetrades unterstützt.

Abb. 3. Magnetrad.

Jede Feldspule ist aus einem rd. 335 m langen Kupferband gewickelt und wiegt rd. 1180 kg. Zur Isolation der Spulen vom Polkern dienen Glimmer- und Asbestblätter. Diese feuersichere Isolation war nicht wegen einer besonders hohen Temperatur im gewöhnlichen Betrieb nötig, sondern nur, um die Spulen vor Feuer zu schützen, das infolge von Fehlstellen in den Ankerwicklungen entstehen könnte.

Einzelheiten der Lageranordnung sind aus Abb. 1 ersichtlich. Erwähnt sei noch, daß das Spurlager auf Federn gelagert ist, die eine Gesamtlast von 454 t zu tragen haben. Das Spurlager ist vollkommen von Öl umgeben, das durch Wasser in Rohrschlangen gekühlt wird. [R 1456] Bl.

Neue Freiluft-Schaltanlage.

Die Richland Public Service Co. hatte für die Stromversorgung des Mansfield-Bezirkes in Ohio, Vereinigte Staaten von Amerika, eine Transformatoren- und Schaltanlage zu errichten, um den aus drei Fernleitungen mit 66 000 V bezogenen Drehstrom mit 22 000 V in das Verteilnetz zu bringen. Die Entwicklung des Versorgungsbezirkes ließ eine Erweiterung der Anlage in einigen Jahren erwarten. Insbesondere mit Rücksicht auf die leichte Erweiterungsfähigkeit ist für das Transformatoren- und Schaltwerk eine Freiluftanlage gewählt worden. Nur für das Schaltbrett und die Bedienungsmannschaft ist ein kleiner Schuppen vorgesehen. Eine vollkommen unter Dach untergebrachte Anlage hätte das Doppelte der Freiluftanlage gekostet.

Die Anlage, Abb. 4, umfaßt im jetzigen Ausbau drei 5000 kVA-Einphasentransformatoren für 66 000/22 000 V. Das Hochspannungsgerüst ist für drei ankommende Fernleitungen, einen Satz Umschaltschienen und zwei übereinanderliegende 66 000 V-Sammelschienen-Sätze eingerichtet. Auf der Niederspannungsseite sind Sammelschienen für zwei ausgehende Leitungen ebenfalls auf freistehenden Eisengerüsten angeordnet. An Schutzeinrichtungen sind in Verbindung mit den Sammelschienen für beide Spannungen elektrolytische Blitzschutzsicherungen und Induktionsspulen vor beiden Wicklungen der Transformatoren vorgesehen.

Bemerkenswert ist die Anordnung der Schalter. Zwischen den Umschaltschienen der Hochspannungsseite und den beiden Sammelschienensätzen ist je ein Ölschalter für die drei ankommenden Leitungen aufgestellt; außerdem ist zwischen den Freiluftsammelschienen und den Schaltbrettschienen im Schaltschuppen ein Ölschalter vorgesehen. Auf der Niederspannungsseite ist vorläufig nur je ein Ölschalter für die beiden ausgehenden Leitungen angeordnet. Zwischen dem Schaltschuppen und den Niederspannungssammelschienen soll erst später ein Ölschalter aufgestellt werden, wenn die Transformatoren- und Verteilanlage verdoppelt wird.

Diese Anordnung von nur je einem Schalter für die ankommenden und ausgehenden Leitungen würde zu empfindlichen Schwierigkeiten im Betriebe führen, wenn ein Ölschalter irgendwie beschädigt oder nicht betriebsfähig sein würde. In Anlagen, die eine ungestörte Stromversorgung ihres Bezirkes gewährleisten müssen, sind daher für jede Leitung doppelte Schalter einzubauen. Gewöhnlich werden auch für die zweiten Schalter Ölschalter vorgesehen, die für selbsttätige und willkürliche Auslösung eingerichtet sind. In der Mansfieldanlage hat man aber der Kostenersparnis wegen auf die zweiten Ölschalter verzichtet und an deren Stelle Schalter mit freien Kontakten und doppelter Unterbrechung für jeden Leiter, die mit der Hand durch Stangen zu bedienen sind, gewählt. Betriebsmäßig sind die Ölschalter in Tätigkeit. Wird einer außer Betrieb gesetzt, so werden die erforderlichen Zuschaltungen durch die Schalter mit Freiluftkontakten besorgt. Zwei Leitungen laufen dann über einen Ölschalter zu den Sammelschienen. Deshalb werden die Ölschalter möglichst nur zu Zeiten schwacher Belastung außer Betrieb gesetzt. Schwierigkeiten sind nur zu erwarten, wenn plötzlich bei starker Belastung ein Ölschalter beschädigt und außer Betrieb gesetzt werden würde. (Electrical World 30. September 1922.) [1507]

Abb. 4. Freiluft-Transformatoren- und Schaltanlage in Mansfield, Ohio

Maschinenwesen.

Amboßpresse.

Die Zeitschrift „American Machinist" vom 25. März 1922 beschreibt eine neuartige Presse der Ferracute Machine Co., Bridgeton, N. J., Abb. 5, an deren senkrechten Führungen man den Arbeitstisch mit Hilfe von Bolzen in verschiedenen Höhenlagen befestigen kann. Dieser Tisch wird gewöhnlich für Preßarbeiten an gewölbten Werkstücken wie bei einem Amboß hornartig ausgebildet. Der Elektromotor treibt mittels eines Ritzels unmittelbar das verzahnte Schwungrad und beansprucht keinerlei Bodenfläche. Statt ein schweres Schutzgitter um das ganze Schwungrad zu legen, hat man zwischen die Speichen ein Drahtnetz eingegossen, so daß nur der Kranz des Schwungrades abgedeckt zu werden braucht. Bt.

Abb. 5. Amboßpresse der Ferracute Machine Co. [1486]

Elektromagnetische Kupplungen für Zementmühlen.

In den Vereinigten Staaten von Amerika wird mit Rücksicht auf einen hohen Leistungsfaktor der Elektrizitätsnetze die Einführung von Synchronmotoren durch tarifliche Erleichterungen und ähnliche Mittel begünstigt. Die Schwierigkeiten, die dem Gebrauch von Synchronmotoren für die heutigen großen Zementmühlen infolge des außerordentlich hohen Anlaufdrehmomentes entgegenstehen, haben nun in Amerika zu ausgiebigen Versuchen mit elektromagnetischen Kupplungen geführt. Die Versuche hatten günstige Ergebnisse, so daß gegenwärtig bereits viele Synchronmotoren in der Zementindustrie in Betrieb sind. Die Kupplungen müssen so ausgebildet sein, daß sie das größte Drehmoment des Motors übertragen können. Die neueren Rohrmühlen brauchen zum Antrieb 200 bis 600 PS; das Anlaufdrehmoment wird zu 150, z. T. aber auch zu 200 vH des normalen angegeben. Reichliche Abmessungen sind unbedenklich, und so haben es einige Fabrikanten zweckmäßig gefunden, nur eine bestimmte Normalgröße zu bauen.

Die Wirkungsweise der Kupplung ist in Abb. 6 und 7 veranschaulicht. Auf der Antriebwelle sitzt ein Ringelektromagnet mit gut isolierter Wicklung. Auf seiner der angetriebenen Welle zugewandten Seite befindet sich eine Reibauflage aus Asbest. Ihr gegenüber auf der angetriebenen Welle ist eine Kreisringscheibe an einer stark federnden Platte angebracht. Bei stromloser Wicklung hat die Ringscheibe einen bestimmten Luftabstand von dem Elektromagneten. Sobald der Elektromagnet erregt ist, wird die Scheibe stark angezogen und die federnde Platte so weit durchgedrückt, bis die Scheibe mit dem Magneten in Berührung tritt, der infolge des Reibungswiderstandes die Arbeitswelle mitnimmt. Die Reibauflage aus Asbest ist natürlich sehr dem Verschleiß ausgesetzt. Sie muß daher leicht ersetzt werden können.

Abb. 6 u. 7. Elektromagnetische Kupplung.
a Antriebwelle
b Arbeitswelle
c Ringelektromagnet
d Wicklung zur Erregung des Ringelektromagneten.
e Reibauflage aus Asbest
f Luftabstand der Ringscheibe vom Magneten
g federnde Platte
h Ringscheibe der Arbeitswelle.

Die Kupplung kann durch einen einfachen Schalter ohne besondere Widerstände eingeschaltet werden, da in der beträchtlichen Selbstinduktion des großen Elektromagneten schon ein starker Widerstand vorhanden ist, der das Einrücken in genügendem Maße verzögert. Versuche im Laboratorium haben ergeben, daß es ungefähr sechs Sekunden dauert, bis die volle Umdrehungszahl erreicht ist. Plötzliche Stöße treten also kaum auf.

Die magnetischen Kupplungen brauchen zur Erregung Gleichstrom von 110 oder 220 V. Häufig dient die Erregermaschine des Synchronmotors zum Speisen für die Magnetwicklung. Besondere Beachtung muß der gleichachsigen Übereinstimmung der beiden Wellen gewidmet werden. Am einfachsten und zuverlässigsten werden sie dreifach gelagert, wobei sich die Kupplung zwischen zwei Lagern befindet. Man findet auch die Anordnung zweier Lager, doch ist hierbei zu beachten, daß die genaue Übereinstimmung der Wellenmitten öfter nachgeprüft werden muß. Die elektromagnetischen Kupplungen lassen sich bedeutend einfacher als die mechanischen betätigen. (Journal of the American Institute of Electrical Engineers Mai 1922.) [R 1516] Sd.

Schiffbau.

Die Lage im ausländischen Schiffbau nach Lloyds Register.

Durch die Folgen des Weltkrieges und des Versailler Schmachfriedens ist besonders der englische Schiffbau sehr getroffen worden. Der daniederliegende Welthandel, die Ausschaltung Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands als Warenbeziehers, das Überangebot von Frachtraum, das Ausbleiben der Bauaufträge des Auslandes, das heute seine Schiffe mehr als früher von den eigenen Werften bauen läßt, alle diese Ursachen haben eine nicht geahnte Einschränkung der Bautätigkeit hervorgerufen. Jedes Anzeichen, das als Besserung der Lage angesehen werden könnte, wird daher von den englischen Fachzeitschriften aufgegriffen, um den Reedern und Werften Mut zu machen. Man weist besonders darauf hin, daß unter den heutigen Verhältnissen nur das ganz moderne Schiff bei ansteigenden Frachten Aussicht auf Erfolg hat; denn es liegt auf der Hand, daß ein scharfer Wettkampf zwischen den neuen und alten Schiffen entstehen wird. Viele von diesen haben keine Daseinsberechtigung mehr und sind nur deshalb noch nicht ganz ausgemerzt, weil ihr Betrieb sich bei den hohen Frachtsätzen in und nach dem Kriege noch lohnte, während heute auch gute Schiffe feiern müssen.

Der Wert von Lloyds Angaben beruht darin, daß sie klar erkennen lassen, wie der Reeder die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Antriebarten beurteilt, wie er sich zur Frage der Kohlen- oder Ölfeuerung stellt, und ob er die Kolbenmaschine, die Triebturbine oder den Dieselmotor bevorzugt. Heute kommen auf 100 Neubauten in der ganzen Welt 90 Dampfer, 9 Motorschiffe und nur 1 reines Segelschiff (ohne Hilfsmotor). Zahlentafel 1 enthält Angaben, die die Bewertung der Dampfer und Motorschiffe in den Jahren nach Friedensschluß erkennen lassen.

Zahlentafel 1.
Verhältnis der Antriebarten und Brennstoffe für Schiffe seit 1918.

Jahr	Dampfer und Motorschiffe B.-R.-T.	Art der Maschinen vH			Brennstoff vH	
		Kolbenmaschinen	Turbinen	Motoren	Kohlen	Öl
	im Bau					
1918 bis 1919	3 760 806	70	28	2	66	34
1919 bis 1920	4 186 882	68	30	2	50	50
1920 bis 1921	3 229 188	74	23	3	39	61
1921 bis 1922	2 517 513	56	35	9	36	64
	vorhanden					
1922	61 342 952	84,5	13	2,5	74	26

Eine wie große Bedeutung man der Ölfeuerung zumißt, erhellt daraus, daß heute 15 vH der Neubauten Tankschiffe

sind. Die Zunahme dieser Schiffe, der Öl brennenden und der Motorschiffe, ist in Zahlentafel 2 wiedergegeben, worin der im Jahre 1914 vorhandene Schiffsraum als Einheit gewählt ist.

Zahlentafel 2.
Zunahme der Tankschiffe sowie der Schiffe mit Ölfeuerung und Motorantrieb seit 1914.

	Juli 1914 B.-R.-T.	Juli 1914	1919	1920	1921	1922
Tankdampfer	1 478 988	1	2	2,26	3	3,42
Öl feuernde Schiffe .	1 310 209	1	4,07	7,15	9,75	11,00
Motorschiffe	234 287	1	3,2	4,08	5, 2	6,58

Heute herrscht der Viertaktmotor noch vor, doch ist auch eine ganze Reihe von Schiffen mit Zweitaktmaschinen ausgerüstet worden. Einige doppelt wirkende Dieselmaschinen sind auf Grund der guten Erfahrungen, die die Engländer mit dem abgelieferten deutschen Motorschiff „Fritz" gemacht haben, in Bau. Auch die verwickelte Still-Maschine[1] eine Vereinigung von Kolbendampfmaschine und Verbrennungsmotor, ist für den Schiffsantrieb in Ausführung.

Als Anzeichen für eine Besserung im sehr daniederliegenden englischen Schiffbau sieht man die in Zahlentafel 3 zusammengestellten Tatsachen an.

Zahlentafel 3.
Englischer Schiffbau, zweites Halbjahr 1922.

Stand der Bautätigkeit		im zweiten Vierteljahr B.-R.-T.	im dritten Vierteljahr B.-R.-T.
Insgesamt in Bau . .	Schiffe von	1 919 000	1 617 000
Bau eingestellt . . .	„ „	481 000	419 000
vom Stapel gelassen .	„ „	148 886	307 232
neu begonnen . . .	„ „	38 877	82 428

Etwa ein Viertel der Neubauten ist vom Ausland bestellt, und zwar 121 000 B.-R.-T. von Holland und 78 450 B.-R.-T. von Frankreich.

Der in Bau befindliche Schiffsraum hat sich außer in England auch in allen übrigen Ländern mit Ausnahme von Schweden vermindert, so vor allem in den Vereinigten Staaten, die mit 147 000 B.-R.-T. heute auf derselben Stelle stehen wie im Jahre 1914. An rd. 256 000 B.-R.-T. Neubauten ist, abgesehen von der oben genannten englischen Zahl, der Bau eingestellt, d. s. 23,5 vH des in Bau befindlichen Schiffsraumes. Besonders Italien ist hiervon betroffen worden; vom 1. Juli bis zum 31. Oktober hat der in Bau befindliche Schiffsraum hier um 36 vH, in Frankreich um 19 vH, in Holland um 22 vH und in den Vereinigten Staaten um 2 vH abgenommen; die amerikanischen Werften arbeiteten an $^1/_{28}$ des 1919 auf den Werften befindlichen Schiffsraumes. In Japan sank die Bautätigkeit im letzten Vierteljahr um 16 vH, in Spanien um 3 vH. Angaben über Deutschland fehlen. Unter Vorbehalt wird für das Reich eine Abnahme um 30 vH angegeben und für Danzig um 11 vH. Nur in Schweden hat die Bautätigkeit zugenommen, und zwar um 13 vH. („Engineering" 13. und 27. Oktober, „Shipbuilding and Shipping Record" 26. Oktober 1922.) [M 266] W. S.

Eisenbahnwesen.

Der elektrische Betrieb der französischen Südbahn.

Unmittelbar nach dem Weltkriege sandte die französische Regierung eine technische Kommission zum Studium der elektrischen Bahnbetriebe nach der Schweiz, Italien und Amerika. Diese Kommission kam zu dem Urteil, daß für die elektrische Zugförderung in Frankreich allgemein Gleichstrom von 1500 V am zweckmäßigsten sei. In Übereinstimmung mit dieser Entscheidung benutzt die französische Südbahn bei allen neuen Anlagen nur noch Gleichstrom von 1500 V, und die vier Strecken, die bereits bis 1914 unter Ausnutzung von Wasserkräften am Nordabhang der Pyrenäen für Einphasenstrom von 12 000 V und $16^2/_3$ Per./s eingerichtet waren, werden jetzt ebenfalls für Gleichstrombetrieb umgebaut.

Nach dem neuen Entwurf sind sechs Wasserkraftwerke mit 362 000 PS Gesamtleistung vorgesehen, deren Gefälle rd. 106 bis 760 m beträgt. Der erzeugte Drehstrom von 50 Per./s soll mit 60 000 V, zum Teil sogar mit 150 000 V Spannung übertragen werden. Die in Abständen von 20 bis 29 km anzulegenden und an die 60 000 V-Leitungen anzuschließenden Bahn-Umformerwerke erhalten in der Regel Einanker-Umformer, in einigen Fällen aber auch Quecksilberdampf-Gleichrichter. Die maschinelle Einrichtung der Kraftwerke und der Umformerwerke sowie die Lokomotiven werden in Frankreich hergestellt. Die amerikanische Westinghouse Co. wird zum großen Teil die 150 000 V-Übertragung, die Transformatoren, die hier auch zur selbsttätigen Spannungsreglung benutzten Synchron-Phasenschieber und die Sicherungsanlagen liefern.

Vorläufig sollen drei Kraftwerke in Betrieb genommen werden, die durch 150 000 V-Leitungen mit den Städten Pau, Dax, Bordeaux und Toulouse verbunden werden. In der Nähe der Städte wird die Spannung in Transformatorenwerken wieder auf 60 000 V herabgesetzt. Die hier benutzten Einphasentransformatoren haben eine dritte Spule für 6600 V zum Speisen der Phasenschieber. In Bordeaux sollen zwei derartige Maschinen aufgestellt werden, die je 15 000 kVA voreilende und 7500 kVA nacheilende Blindleistung ausgleichen können. In Dax und Toulouse sind ebenfalls je zwei Phasenschieber von etwa der halben Leistung vorgesehen. Das Fern- und Verteilnetz wird fast durchweg mit doppelten Drehstromleitungen ausgeführt. Besondere Einrichtungen für Überspannungs- und Aussonderschutz sind von der Westinghouse Co. für diesen Zweck ausgearbeitet worden.

Die erste Gleichstromlokomotive hat am 30. Oktober 1922 ihre Probefahrt abgelegt. Sie ist für den Güter- und Personenzugverkehr bestimmt, eignet sich aber auch für Schnellzüge auf Strecken mit größerer Steigung. Die hauptsächlichen Konstruktionszahlen betragen: Dienst- und Reibungsgewicht 72 t, Achsdruck 18 t, Dauerleistung der vier Zwillingsmotoren am Radumfang 1000 PS, Stundenleistung 1400 PS, Zugkraft 15 000 kg, größte Fahrgeschwindigkeit 90 km/h.

Die Achsen sind zu je zweien in Drehgestellen angeordnet. Die Antriebmotoren haben selbsttätige Luftkühlung und sind durch Zahnradübersetzung an beiden Wellenenden mit den Wagenachsen verbunden. Die Steuerungskontakte werden durch eine Nockenwelle, die ein Motor antreibt, mechanisch betätigt. Für die Steuerung wird Gleichstrom von 120 V benutzt, den ein besonderer Umformer erzeugt. Dieser dient außerdem zur Beleuchtung, Heizung und Betätigung der Kompressoren sowie zur Erregung der Hauptmotoren für die Stromrückgewinnung. Bei Kupplung mehrerer Lokomotiven werden die 120 V-Stromkreise parallel geschaltet. (Electric Railway Journal 19. August u. 2. Dezember 1922.) [M 209] Sd.

Elektrischer Betrieb der Chichibu-Eisenbahn in Japan.

Eine der ersten Eisenbahnlinien, die in Japan elektrischen Betrieb erhalten haben, ist die rd. 56 km lange Chichibubahn zwischen Kagemori und Kumagaya, das an der von Tokio nordwestlich verlaufenden wichtigen Takasakibahn liegt. Die Chichibubahn hat 1070 mm Spurweite. Die Haupteinnahmequelle für die Bahn sind die reichen Kalksteingruben des nahe bei Kagemori gelegenen Berges Buko. Die tägliche Beförderungsmenge an Kalksteinen beträgt 300 t. Außerdem entwickelt sich namentlich im Frühjahr und Sommer ein lebhafter Personenverkehr. Am Tage verkehren fünf Züge, die je aus 15 Güterwagen von je 12 t Eigengewicht und 4 Personenwagen von je 9 t Gewicht bestehen. Die Steigungsverhältnisse der Strecke sind dadurch besonders günstig, daß die schwersten Lasten vom Bukoberg hinab nach Kumagaya, das rd. 300 m tiefer liegt, gefahren werden. Die größte Steigung beträgt 25 vT, und zwar nur auf einer rd. 100 m langen Strecke; im Mittel beträgt die Steigung 5 vT.

Die elektrische Energie empfängt die Chichibubahn von einer Wasserkraftanlage. Für die Zugförderung wird Gleichstrom von 1200 V verwendet, der aus zwei von der Westinghouse-Gesellschaft eingerichteten Umformerwerken bei Yorii und Chichibu bezogen wird. Hier arbeiten je zwei 250 kW-Umformer in Reihenschaltung zusammen, ein dritter steht in Bereitschaft. Als Stromzuführung dient ein Fahrdraht von rd. 200 mm² Querschnitt mit einfacher Kettenaufhängung.

Für den reinen Personenverkehr hat die Westinghouse-Gesellschaft drei vierachsige Motorwagen geliefert. Für den Güterverkehr stehen fünf Lokomotiven zur Verfügung. Die Motorwagen wiegen leer 28,8 t und fassen einschließlich der Stehplätze 90 Personen; sie haben vier 60pferdige Motoren für 1200 V. Die Lokomotiven mit vier in zwei Drehgestellen angeordneten Triebachsen haben mit vier Motoren 408 PS Dauerleistung bei rd. 36 km/h Geschwindigkeit. Ihr Gesamtgewicht beträgt 373 t, das der elektrischen Ausrüstung allein 129 t. Infolge der geringen Spurweite und von Beschränkungen im lichten Profil mußten die Treibräder 965 mm Dmr. erhalten, damit Motoren von der erforderlichen Leistung untergebracht werden konnten.

Als Bremseinrichtung dient die für elektrischen Betrieb etwas umgeänderte Westinghousebremse für Dampflokomotiven mit besonderer Vorrichtung zum Bremsen der Lokomotive allein sowie zum selbsttätigen Bremsen für Lokomotive und Wagen. (Electric Railway Journal 26. August 1922.) [M 258] Sd.

[1] s. Z. 1919 S. 813.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU

Die Konjunkturtafeln des Vereines deutscher Ingenieure.

Die „Konjunkturtafeln", die seit Januar 1920 in unserer Zeitschrift veröffentlicht werden, entstanden ursprünglich aus dem Bedürfnis, bei den damals immer größer werdenden Preisschwankungen ein augenfälliges Bild über die Bewegung der Preise in einem längeren Zeitabschnitt zu erhalten, und zwar, dem Leserkreise der Ingenieurzeitschrift entsprechend, namentlich für die der Industrie besonders wichtigen Rohstoffe. Neben die Darstellung der Entwicklung der absoluten Preise trat dann bald die Wiedergabe der Preisbewegung im Verhältnis zu der Preishöhe unmittelbar vor dem Kriege, weil dieser Vergleich deutlicher als die absoluten Zahlen den tatsächlichen Stand der Teuerung zum Ausdruck bringt. Die Möglichkeit, den Preisstand in vH des Friedensstandes für die einzelnen Waren untereinander zu vergleichen, läßt viel leichter ein Bild von der durchschnittlichen Preishöhe entstehen, als die Betrachtung der Preisbewegung in absoluten Zahlen. Hier sind gewissermaßen die verschiedenen Maßeinheiten ausgeschaltet und sämtliche Angaben auf die gleiche Einheit des Preisstandes vor dem Kriege zurückgeführt.

Damit aber zeigte sich ein Ergebnis, das diese Tafeln zur Beurteilung der Gesamtlage der Wirtschaft besonders geeignet erscheinen läßt: Infolge der verworrenen Verhältnisse während des Krieges, die die Rohstoffwirtschaft der ganzen Welt aus Rand und Band gebracht hatten, bestand nach dem Kriege für die verschiedenen Waren ein sehr verschiedenartiges Preisverhältnis. Es liegt auf der Hand, daß sich ganz allmählich bei einem Fortschreiten zu geordneten Verhältnissen im Welthandel wieder ungefähr die früheren Verhältnisse zwischen den Preisen der einzelnen Rohstoffe ausbilden müssen, sofern sich die Erzeugungs- und Verbrauchsbedingungen dafür nicht wesentlich ändern. Der Vergleich der Verhältnispreislinie zeigt aber nicht nur die Preishöhe der einzelnen Waren und die durchschnittliche Preislage, d. h. die Teuerung, in einem Lande, sondern das Maß des Abstandes der einzelnen Verhältnislinien gibt unmittelbar einen Anhalt dafür, wie weit das Land noch von der Wiederkehr normaler Verhältnisse entfernt ist. Bei wirklicher Rückkehr der Friedensverhältnisse müßte sich für alle Waren ein ungefähr gleiches Vielfaches der früheren Preise ergeben, d. h. die verschiedenen Verhältnispreislinien müßten ungefähr in eine Linie zusammenlaufen, — wobei die Höhenlage dieser Linie und selbst ihre Neigung zunächst belanglos ist. Eine Annäherung an diesen Zustand, also ein Zusammenlaufen der Preislinien, bedeutet daher stets eine Festigung der wirtschaftlichen Verhältnisse eines Landes, eine Streuung der Preislinien bedeutet eine Verschlechterung.

Mit der Preishöhe selbst hat diese Erscheinung an sich nichts zu tun. Zwar wird meistens mit einer fortschreitenden Wiederherstellung ruhiger Wirtschaftsverhältnisse in einem Lande auch der Preisstand sinken, so daß das geschilderte Zusammenlaufen der Preislinien meistens einen abwärts gerichteten Verlauf haben wird, indessen ist es sehr wohl auch denkbar, daß sich die Festigung der Verhältnisse in einer Steigerung der Preise ausdrückt. Innerhalb der betrachteten Wirtschaftsgruppe wird das der Fall sein, wo die Wirtschaft des Landes sich auf der Rohstofferzeugung aufbaut und die Preis- und Lohngestaltung abhängig ist von den Preisen, die für diese Rohstoffe auf dem Weltmarkt erzielt werden können. Die Entwicklung der Preislinien in unsern schwedischen Tafeln zeigt mehrmals Beispiele hierfür, während bei den übrigen betrachteten Ländern das Überwiegen der Fertigindustrie die Gesundung der Verhältnisse hauptsächlich von einer Senkung der Rohstoffpreise abhängig macht. Wie stark wirtschaftliche Erschütterungen sich auf die gesamte Konjunkturlage eines Landes auswirken, zeigen u. a. besonders deutlich die amerikanischen Konjunkturtafeln. Die Tafel Z. 1922 S. 194 weist in der ersten Hälfte des Jahres 1921 sehr augenfällig das erwähnte Zusammenlaufen der Konjunkturlinien als Zeichen einer Festigung der Lage auf; im August 1921 setzt dann als Ergebnis der verfehlten Politik der Baumwoll-Produktionseinschränkung außer dem erheblichen Preisanstieg für Baumwolle selbst auch eine starke Streuung der übrigen Preislinien ein, die erst (vgl. Z. 1922 S. 1011) gegen Januar 1922 wieder allmählich einen gewissen Ausgleich findet. Dann aber bereitet sich der große Bergarbeiterausstand vor; schon in den Monaten Februar und März 1922 wird eine starke Unruhe im amerikanischen Wirtschaftsleben durch abermalige Streuung der Preislinien deutlich. Durch die Auswirkung des Ausstandes selbst biegt dann die Preislinie für Kohle gewaltig von der Schar der übrigen Linien ab, zugleich aber nimmt das Auseinanderfließen der übrigen Preislinien seinen Fortgang, so daß das Band der Linienschar (ohne Kohle) Ende August 1922 rd. doppelt so breit erscheint wie Ende Januar. Auch nach Beendigung des Ausstandes wirkt die in die Wirtschaft getragene Unruhe sich noch weiter aus: die Preislinie für Kohle kehrt zwar allmählich zurück, die übrigen maßgebenden Preise aber (z. B. Eisen, vgl. Z. 1922 S. 1146) ziehen weiter an. Wesentlich für die Beurteilung des Konjunkturstandes nach den Tafeln ist indessen, wie nochmals betont sei, weniger die Höhe der Preise selbst, als die Verschiedenartigkeit des Preisstandes für die einzelnen Waren, die sich in der mehr oder weniger großen Streuung der Preiskurven ausdrückt.

Im allgemeinen geht aus der veröffentlichten Konjunkturtafelreihe deutlich hervor, wie sich etwa um die Mitte des Jahres 1921 zunächst in den Vereinigten Staaten, als dem von dem Kriege am wenigsten berührten der betrachteten Länder, bald darauf auch in England, die Wirtschaftslage merklich zu klären beginnt. Die unmittelbar nach Kriegsende noch stark gestreuten Preislinien ziehen sich auf einen nahezu eindeutigen Wert zusammen, der in Amerika auf etwa dem 1,2fachen, in England etwa dem 1,8fachen der Friedenswerte liegt (vgl. Z. 1921 S. 1082 und 1368). In England wird die Entwicklung durch den großen Bergarbeiterausstand im Frühjahr 1921 bedeutend aufgehalten, erst im Herbst 1922 hat sich der Kohlenpreis ungefähr dem Preisstand der übrigen Waren wieder angeschlossen. (Vergleiche Z. 1922 S. 1034. In Schweden ist die Entwicklung naturgemäß unmittelbar nach dem Kriege noch ruhiger; und die Entwicklung nimmt einen stetigeren Verlauf; der Preisstand stellt sich hier zunächst um die Mitte 1921 auf etwa das 2- bis 2,5fache des früheren Friedensstandes ein. (Vgl. z. B. Z. 1921 S. 909.)

In Deutschland ist der Verlauf der Konjunkturlinien wesentlich anders. Zwar ist auch hier zunächst das bei den andern Ländern erwähnte Zusammenlaufen der Preislinien deutlich erkennbar (vgl. Z. 1921 S. 730), nachdem unmittelbar nach Beendigung des Krieges hier infolge der gänzlichen Entblößung von gewissen Waren und durch die Zwangsbewirtschaftung die Unterschiede der Verhältnispreise ganz besonders groß gewesen waren. Dieses Zusammenlaufen setzt etwa im Frühjahr 1921 ein, es geht aber keineswegs Hand in Hand mit einer allgemeinen Preissenkung, wie in den übrigen betrachteten Ländern, vielmehr steigt der mittlere Preisstand im wesentlichen unaufhörlich an. Seit Mitte 1922 nimmt diese Preissteigerung jene überwältigende Form an, unter deren Einfluß unser gesamtes Wirtschaftsleben nunmehr endgültig zusammenzubrechen droht.

Besondere Beachtung erheischt nun neben der Betrachtung der Preisentwicklung und der Teuerungslage im eigenen Lande der Vergleich der Inlandpreise mit den Preisen des Weltmarktes. Erst bei einem solchen Vergleich, bei dem also der Einfluß des Valutastandes auf die Preise ausgeschaltet wird, wird es deutlich, wie weit die Preisgestaltung für ein Land einen Wettbewerb auf dem Weltmarkt zuläßt oder ausschließt. Ein solcher Weltwährungsvergleich würde, streng genommen, für ein jedes Land die Aufstellung eines besonderen Valutaindex erfordern[1]); für den praktischen Zweck genügt es heute indessen, die maßgebende Werteinheit, den Dollar, zu Grunde zu legen. In unseren „Weltwährungs-(Dollar-)Preistafeln" sind demgemäß die Preise in jedem Lande in Dollar ausgedrückt und mit den früheren, ebenfalls in Dollar ausgedrückten Preise derselben Waren in demselben Lande verglichen; die Tafeln sind also unmittelbar mit den „Verhältnispreistafeln" zusammenzuhalten. Sie zeigen gewissermaßen die Preisentwicklung noch einmal im Spiegel der Valuta. Bei den Ländern mit einigermaßen stetig gebliebenen oder wieder stetig gewordenen Währungsverhältnissen weicht das Bild naturgemäß nicht wesentlich von dem der bloßen Verhältniswerttafel ab; dort wo die Valuta stark schwankt, wie in Deutschland, ergibt diese Darstellung erst ein wahres Bild der Abhängigkeit des betreffenden Landes vom Weltmarkt. Dipl.-Ing. W. Speiser.

Der Achtstundentag im ausländischen Lichte.

Englische Organisationen haben sich der dankenswerten Aufgabe unterzogen, die Wirkungen der verkürzten Arbeitzeit in einigen europäischen Ländern zu studieren, und das Ergebnis der Umfrage im „Engineering" vom 6. Oktober 1922 veröffentlicht. Wir entnehmen dem Artikel inhaltlich folgendes:

Im März 1920 bildeten die „Engineering and National Employers Federation", die „Shipbuilding Employers Federation" und das „Unions Negotiating Commitee" einen gemeinsamen Ausschuß mit der Aufgabe, „das Verhältnis zwischen Produktion und Arbeitsdauer vom wirtschaftlichen Standpunkt aus . . . sowie die Herstellungsverfahren in der Schiffbau- und Maschinenindustrie Englands und anderer Staaten zu untersuchen". Im besonderen sollte der Ausschuß die allgemeine Einführung der 47-Stunden-Arbeitswoche bei den genannten Industriezweigen verfolgen. Für den Vergleich des englischen mit dem deutschen Achtstundentag ist hierbei zu beachten, daß in England im allgemeinen eine längere Mittagspause (1 bis 1½ Stunden) eingelegt wird, so daß die Spannkraft des Arbeiters in der zweiten Schichthälfte größer sein wird, als es bei der in Deutschland vielfach eingeführten durchgehenden Arbeitzeit möglich ist. Eine Anzahl führender Firmen erhielten Fragebogen; ferner wurden mehrere nordenglische Werke im Juni und Juli 1920, belgische, holländische und deutsche Unternehmen im April und Mai 1921, sowie mittelenglische Werke im August 1921 besucht.

Im Hinblick auf die Zusammensetzung des Ausschusses aus Vertretern der Arbeitgeber und der Arbeitnehmer konnte man mit einer einheitlichen Bewertung des gesamten Stoffes nicht rechnen; da zudem die gesammelten Unterlagen in ihrer ursprünglichen Form für eine Veröffentlichung zu umfangreich waren, so einigte man sich auf eine listenförmige Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse ohne erläuternde Zusätze. Der so entstandene Bericht mäßigen Umfanges gibt wertvolle Aufschlüsse über die Zusammenhänge zwischen der Ertragfähigkeit einerseits sowie der Arbeitsdauer und Lohnart anderseits.

[1]) Vgl. W. Speiser, Wirtschaftskennzahlen, Berlin 1922, Verlag des Vereines deutscher Ingenieure.

Während der Besuche britischer Werke im Sommer 1920 wandte man sich bei 21 Firmen besonders der Frage zu, wie sich die Arbeitsleistung in der 47-Stunden-Woche zu der in der 53-Stunden-Woche verhalte. In keinem einzigen Falle konnte festgestellt werden, daß verminderte Arbeitzeit keine Leistungsverminderung ergeben habe. Der in dieser Hinsicht günstigste Bericht eines Werkleiters besagte, daß die Belegschaft, w e n n s i e w o l l e, in 47 Stunden ebensoviel leisten könne wie in 52. Bei 9 Firmen wurde bestimmt festgestellt, daß die Leistungsverminderung gleich der Zeitverminderung oder größer sei. Viele Berichte der anderen Firmen bekundeten dasselbe, wenn auch nicht so ausdrücklich. Bei einem Werk fand man beispielsweise, daß dieselben Leute in der Gießerei für dieselbe Arbeit 50 bis 100 vH mehr Zeit brauchten als im Jahre 1913, und für Maschinenbauarbeit wurde 25 vH mehr Zeit aufgewendet, obschon die Betriebsmittel besser waren. „Engineering" hebt hervor, daß die hier in Betracht kommenden 21 Firmen zu den ersten des Landes gehören und daß von schlechter Betriebsleitung keine Rede sein könne; die ersten drei in der alphabetischen Reihenfolge waren: Armstrong-Whitworth, Sir Wm. Arrol, Babcock & Wilcox.

Dem möglichen Einwand, daß zur Zeit dieser Feststellungen — Mitte 1920 — die Arbeitleistungen noch unter der Unruhe mancher Arbeiter vom Kriege her gelitten hätten, wird das Ergebnis der zweiten Reihe von Besuchen bei britischen Werken entgegengesetzt, die ein Jahr später, im August 1921, stattfanden. Von 12 Firmen, die sich über diesen Gegenstand äußerten, erklärten 9, daß die Leistungen mit der Kürzung der Arbeitzeit gesunken seien. Diese Firmen stehen nach „Engineering" auf gleicher Höhe wie die oben erwähnten. Eine der zwölf Firmen gab an, daß in ihrer Meßgeräteabteilung in 47 Stunden dieselbe Leistung erreicht wurde wie früher in 52½ Stunden; aber — in diesem Falle hatten alle Arbeiter Stückarbeit!

Leistungsabnahme als Folge verminderter Arbeitzeit fand man ebenso wie in England auch bei den besuchten festländischen Firmen. So hat die Handels- und Marine-Maschinenbaugesellschaft zu Antwerpen von einer Leistungsverminderung im Vergleich mit dem Friedensstande berichtet; nach Angabe der „Société Anonyme Ougré Marihaye" zu Lüttich entspricht die Leistungsabnahme der Kürzung der Arbeitzeit; im gleichen Sinne hatten sich das Werk Alfred H. Schütte zu Köln-Deutz und die Niederländische Schiffbaugesellschaft zu Amsterdam geäußert. Die Annahme des „Engineering", die verkürzte Arbeitzeit wirke auf dem Festlande nicht so nachteilig wie in England, ist, wenigstens für Deutschland, unzutreffend.

Der erwähnten Tatsache, daß in einer britischen Firma dank dem Stücklohn auch in der 47-Stunden-Woche Befriedigendes geleistet wurde, mißt „Engineering" große Bedeutung bei. In allen Berichtfällen hat sich gezeigt, daß die Zahlung nach Leistung erheblich bessere Arbeitsergebnisse hervorbringt als die Stundenbezahlung. Die in dieser Hinsicht am meisten auffallenden Zahlen stammen von den Schiffbaufirmen. Einige Beispiele: Die Schlosser, die wasserdichte Schieberverschlüsse anbringen, brauchten für die gleiche Arbeit im Stundenlohn 490 Stunden, bei Stückarbeit dagegen 150 Stunden; das Spanteneinsetzen erforderte im Stundenlohn für 54 Spantenpaare 14 Wochen, im Stücklohn kamen auf 80 Spantenpaare 5½ Wochen; im Stücklohn wurden in 14¾ Stunden zwei zwölfzöllige Ventilatorkappen angefertigt, beim Stundenlohn wurden hierfür 30 Stunden aufgewandt. Der Bericht führt sehr viele derartige Vergleichzahlen an; er enthält aber nichts, was zugunsten des Stundenlohnes spricht.

Der Ausschußbericht führt „Engineering" zu folgenden Schlüssen: Vielleicht ließ sich während des Krieges in einzelnen Werken, in denen Massenartikel nach festgelegtem Muster angefertigt wurden, die Schicht ohne Leistungsrückgang verkürzen; die Erfahrung hat jedoch gezeigt, daß es ein Trugschluß ist, anzunehmen, daß die Schichtverkürzung auch in der übrigen Industrie Gleiches ergibt. In der jetzigen Zeit, die Höchstleistungen erheischt, ging man zu Arbeitsbedingungen über, die dieses Ziel vereiteln. Was nottut, liegt auf der Hand. Angesichts der herrschenden Arbeitlosigkeit und der geschwächten Gewerkschaften wäre zwar die Rückkehr zur 53-Stunden-Woche wahrscheinlich nicht unmöglich; indes würde ein solcher Schritt bei vielen Leuten große Mißstimmung erzeugen. Dieser Maßnahme bedarf es aber wohl kaum. E r f o r d e r l i c h i s t d a g e g e n e i n e b e d e u t e n d e E r w e i t e r u n g i r g e n d e i n e r F o r m d e r Z a h l u n g n a c h L e i s t u n g e n, d a m i t i n d e r k ü r z e r e n S c h i c h t A n g e m e s s e n e s g e l e i s t e t w i r d. Wir erkennen gern an, daß die Maschinenbaugewerkschaften mit geschulten Arbeitern sich gegenüber solchen Arbeitsweisen weniger feindselig gezeigt haben als viele andere; aber in zahlreichen Fällen wurde ihre Hilfe durch das Verhalten anderer Gewerkschaften aufgehoben. Nur die weit größere Ausdehnung der Stückarbeit oder des Prämiensystems in den Gießereien und in den Holzbearbeitungswerken läßt eine Besserung erwarten. Hoffentlich werfen sich die Arbeitgeber hierfür ins Zeug, machen sich die Gewerkschaften mit dem Bericht vertraut und ändern sie einige ihrer Anschauungen. —

Soweit der Bericht des „Engineering". Den unentwegten Anhängern der Schichtverkürzung und des Stundenlohnes in unserm wirtschaftlich zerrütteten Lande sollte es zu denken geben, daß man selbst in einem Lande, das als Sieger aus dem Weltkriege hervorgegangen ist, diese Neuerung als schweren Schaden verurteilt.

Doch nicht nur die als kapitalistisch bezeichneten Wirtschaftskreise und Länder sind gegen die unterschiedlose Anwendung der achtstündigen Arbeitzeit, auch die Verfechter kommunistischer Wirtschaftziele beginnen zu erkennen, daß das Wesen des Sozialismus und Kommunismus nicht in einem Weniger an Arbeit besteht. Nachdem man es in Rußland fünf Jahre lang mit der Arbeitsverkürzung versucht hat und nicht imstande gewesen ist, aus eigener Kraft das Wirtschaftsleben auf die erforderliche Höhe zu bringen, versucht man heute, die Arbeiter wieder zu längerer Arbeit zu bewegen. Der Oberste Rat der Volkswirtschaft verlangt, daß Überstunden zugelassen werden, ja, er geht so weit, daß er die Betriebsausschüsse in Fragen der Einstellung und Entlassung der Arbeiter ausschalten will. Das bedeutet weiter eine Ausschaltung der Gewerkschaften als Partner bei vertraglichen Beziehungen, d. h. eine Trennung der Partei von der Wirtschaftspolitik. Die „Roten Gewerkschaften" stehen diesen Forderungen wohlwollend gegenüber, und es ist bezeichnend, daß der „Vorwärts" in der Morgenausgabe vom 1. November die Roten Gewerkschaften als Stützen der Reaktion bezeichnet.

Für Deutschland liegen die Folgerungen aus diesen Berichten auf der Hand. Wir sind durch den Krieg der wichtigsten Stützen unserer Wirtschaft beraubt: von unseren ehemaligen Eisenerzlagern haben wir heute nur einen Bruchteil, unsere Kohlenschätze sind gewaltig verringert, die Handelsflotte muß neu aufgebaut werden, die Kolonien fehlen, unsere Auslandguthaben sind genommen worden, der Kredit des Auslandes ist nicht in ausreichendem Maße vorhanden, die Arbeitsintensität ist durch die entsetzlichen Kriegsfolgen stark gemindert, kein Posten, der unsere Zahlungsbilanz vor dem Kriege aktiv gestaltete, ist uns geblieben. Dazu kommt noch, daß wir gegenüber der Zeit vor dem Kriege jährlich auf ungewisse Zeit hinaus noch Riesenleistungen ohne Entgelt an unsere ehemaligen Kriegsgegner leisten müssen. Können wir dieses ungeheure Minus wettmachen dadurch, daß wir weniger arbeiten als in wirtschaftlich guten Zeiten?

Wiederholt sind von deutscher Seite zahlenmäßige Vergleiche darüber angestellt worden, in welchem Umfange sich die Produktion in Deutschland nach dem Kriege durch die verkürzte Arbeitzeit trotz der meist vergrößerten Arbeiterzahl in einzelnen Betrieben vermindert hat. Diese Vergleiche sind oft, teils mit Recht, teils mit Unrecht, als falsch und tendenziös angegriffen worden. Sicher ist aber, daß die Produktion auf fast allen Gebieten gegenüber der Zeit vor dem Kriege erheblich zurückgegangen ist. Im folgenden seien nur die wichtigsten Zahlen wiedergegeben:

Erzeugung von:	1913 Mill. t	1921 Mill. t	in vH d. Menge im Jahr 1913[1]
Getreide	30,7	16,9	55,0
Kartoffeln	54,1	26,2	48,3
Roheisen	16,8	5,8	34,3
Stahl	16,9	7,8	45,7

Die Steinkohlenförderung im Ruhrbecken verminderte sich auf Kopf und Schicht von 833 kg im Jahre 1913 auf 609 und 581 in den Jahren 1919 und 1921. Unsere Gesamtausfuhr von 73,7 Mill. t im Jahre 1913 fiel auf 20,2 Mill. t im Jahre 1921, d. h. auf 27,4 vH (Rheinisch-Westfälischer Wirtschaftsdienst). Demgegenüber ist die Bevölkerung in Deutschland nur von rd. 67 Mill. im Jahre 1913 auf 62,5 Mill. im Jahre 1921, d. h. auf 93,3 vH zurückgegangen! Es besteht mithin gegenüber der Friedenszeit ein Mißverhältnis zwischen der Einwohnerzahl und den Produktionsverhältnissen, das von keiner Seite abgeleugnet werden kann.

Ohne Mehrarbeit kommt Deutschland aus seinem heutigen Wirtschaftselend nicht heraus. „Man kann keinen Krieg verlieren und zwei Stunden weniger arbeiten wollen." Mit diesen Worten hat Stinnes d i e Antwort auf die Frage des Achtstundentages gegeben. Die Mehrarbeit soll aber — das muß immer wieder betont werden — als Ausnahme gelten, sie soll geleistet werden zum Zwecke des Wiederaufbaues und Wiederaufstieges, sie muß gesetzlich genehmigt und festgelegt werden.

Auch Frankreich, das den Achtstundentag für Industrie und Verkehrswesen durch das Gesetz vom 23. April 1919 eingeführt hat, hat ausdrücklich Ausnahmen und Abweichungen in diesem Gesetz vorgesehen. Die Schweiz hat das Bundesgesetz vom Jahre 1919 über die 48-stündige wöchentliche Arbeitzeit in den Fabriken durch eine Novelle vom 1. Juli 1922 ergänzt, nach der in Zeiten schwerer Wirtschaftskrisen oder beim Vorliegen anderer triftiger Gründe eine Verlängerung auf 54 wöchentliche Arbeitstunden vorgesehen ist.

Wenn aber in Deutschland mehr gearbeitet werden soll, ist es unbedingt erforderlich, dem Wirtschaftselend, soweit es von außen ins Land getragen wird, ein Ende zu setzen. Wenn der deutsche Arbeiter den Achtstundentag praktisch zunächst einmal aufgibt, muß er auch den Erfolg winken sehen. Er muß die Gewißheit haben, daß in drei bis fünf Jahren die Lasten aus dem Friedensvertrag abgetragen sind, er muß schon heute damit rechnen können, die Früchte seiner Mehrarbeit auch nutzbringend verwerten zu können, d. h. er muß, um mit Stinnes zu reden, in Gold entlohnt werden, und diese Entlohnung ist ohne eine Stabilisierung unseres Geldes nicht denkbar. Die Frage des Achtstundentages ist mithin mit anderen wirtschaftlichen Fragen innig verknüpft, zu deren Lösung auch das Ausland seine Hilfe leihen muß, um umgekehrt aus der Mehrarbeit auch seinerseits Gewinn zu ernten.

[1] Hier darf allerdings nicht vergessen werden, daß sich die Vergleichszahlen für die Jahre 1913 und 1920 nicht auf die unvermindert gleichen Gebiete beziehen, daß also ein exakter Maßstab für die Produktionsverminderung durch diese Zahlen nicht gegeben wird.

Weltwährungs (Dollar) - Preistafeln.

Deutschland. Seit der letzten Darstellung, die bis Mitte November reichte, hat eine ganz gewaltige Steigerung der Kohlen- und Eisenpreise stattgefunden, die in der Dollarpreistafel um so mehr hervortritt, als der Dollar in dieser Zeit eine überwiegend rückläufige Bewegung durchgemacht hat.

England. Wider Erwarten (s. Z. 1922 S. 786) ist trotz des amerikanischen Bergarbeiterausstandes eine größere Steigerung des Kohlenpreises zunächst ausgeblieben; erst in den letzten Wochen machte sie sich im Zusammenhang mit der Hebung des gesamten Preisstandes geltend.

Schweden. Der gleichmäßige Verlauf der schwedischen Preislinien wird nur durch eine Steigerung des Preises für Sulfitzellstoff unterbrochen, der sich wieder einer größeren Aufnahmefähigkeit auf dem Weltmarkt erfreut.

BÜCHERSCHAU.

Individuum und Welt als Werk. Eine Grundlegung der Kulturphilosophie. Von Georg Burckhardt. München 1920, Ernst Reinhardt. 257 S.

An einer Philosophie, die das Werk in den Mittelpunkt ihrer Betrachtungen stellt, darf der Ingenieur nicht vorübergehen, soweit ihm seine angestrengte Beschäftigung überhaupt die Muße zu philosophischem Studium läßt. Ja, sie wird ihn sogar anregen, sich in philosophische Gedankengänge überhaupt zu vertiefen, denn er ist das anschauliche Denken gewöhnt, das von der einzelnen Tatsache ausgeht und sich seine Allgemeinsäße auf induktivem Wege bildet. Das Werk, das aus menschlicher Arbeit hervorgeht und eine Erstarrung dieser Arbeit in irgendeiner Formgestaltung darstellt, gewinnt gerade im technischen Werk in des Wortes weitester Bedeutung eine eigenartige Ausprägung, die Materie, Form, Arbeitsverfahren, naturgesetzliche Kräfteverwendung, menschlichen Geistesaufwand und wirtschaftlichen Endzweck in einer Einheit umfaßt. Das technische Werk stellt gleichsam ein neues organisches Wesen dar, dessen Wirkung auf den, der dieses Werk schafft, und auf die, die es benußen, noch einer gründlichen Untersuchung bedarf. Von hier aus kann allein die Brücke geschlagen werden, die der Technik den Weg in die Gedankenwelt der Philosophie bahnt. Anderseits kann die Philosophie über das technische Werk, seine Entstehung und seine Auswirkung gezwungen werden, die Technik nicht wie bisher abseits liegen zu lassen, sondern ihr den vollberechtigten Plaß einzuräumen, der ihr sicher in einer das gesamte Sein und Leben umfassenden Weltanschauung zusteht. Wie der Philosoph schon jeßt an den ne sıen Errungenschaften der Naturwissenschaften nicht mehr achtlos vorübergehen kann, wofür die innige Berührung der Relativitäts- und Atomtheorie mit der Erkenntnistheorie ein Beispiel ist, so werden auch die Willenslehre, die Seelenlehre und die Lehre von den Werten das technische Werk analysieren müssen, das aus der menschlichen Seele quillt wie das Kunstwerk, aber nicht wie dieses zwecklos oder nur der reinen Betrachtung wegen nach Gestaltung ringt, sondern sich in des Menschen alltägliches Dasein einschiebt und von dem Willen seines Schöpfers beherrscht wird, diesen Willen aber auch jedem aufzuzwingen vermag, der sich mit dem Werk befassen muß. Die feine Seelenanalyse des Erfinders, das Ringen mit Kraft und Stoff, die Freude am technischen Schaffen als ethischer Wert, die verantwortliche Gemeinschaftsarbeit als sozialer Trieb und schließlich der Nußzweck für die Kultur überhaupt sind bisher kaum untersucht worden. Hier ist noch jungfräulicher Boden, der, urbar gemacht, reiche Früchte zu tragen verspricht.

Das Buch des Frankfurter Kulturphilosophen kann als erster Anfang nach dieser Richtung bezeichnet werden. Nicht, daß es, was uns natürlich das Liebste, weil Nächstliegende und daher Verständlichste gewesen wäre, von diesem technischen Werk ausginge und nach seiner kritischen Zergliederung die allgemeingültigen Säße aufstellte, sondern der Verfasser kommt zum technischen Werk erst in einem der Schlußabschnitte, nachdem er weitausgreifend das Werk überhaupt behandelt hat, wie es in jeglicher Form menschlichen Wirkens erscheint. In einen „Wirkungskreis" wird der Mensch hineingeboren, er findet sich in ihm als „Individuum" und steht einer „Welt" gegenüber. Sein ganzes Leben ist Wirken an sich selbst und an der Umwelt, und so entstehen die Werke vielfältigster Gestaltung als Lösungen von Aufgaben, die der Mensch sich und die ihm das Leben stellt. Das menschliche Schaffen beginnt im Spiel des Kindes, das als vereinfachtes Schema dem ernsten Tun des Erwachsenen vorangeht, und dieser greift zum Werkzeug, das den Anfang jeglicher Kultur und selbst ein Werk der Hand und des Kopfes darstellt. Auch hier wird das Wort Werkzeug weit gefaßt: es fallen darunter die ersten Steinwerkzeuge und die moderne Maschine ebenso wie die Begriffe und die Sprache, mit denen der Mensch „operiert". Aber aller Werkarbeit geht ein Vorsaß, ein Plan voraus, der das Werk in Gedanken zerleat und das rechte Zusammenfügen ermöglicht, das in der „Werkstätte", sei es im Studierzimmer des Gelehrten oder im Arbeitsraum des Handwerkers, erfolgt. Nicht ein Machwerk soll aus ihr hervorgehen, sondern ein Werk der Wahrheit, das in sich einheitlich und unteilbar ein „Individuum", die Schöpfung (Poiesis) eines Werk-Meisters (Poiet in der Sprache Platons) darstellt.

Mit diesen unter der Bezeichnung „Bearbeitung" zusammengefaßten Betrachtungen leitet der Verfasser sein Buch ein, das zwei Hauptabschnitte: „Individuum als Werk" und „Die Welt als Werk" sowie einen Schlußabschnitt: „Die Werkwelt der Kultur" enthält. Wir wollen hier nur auf die in klarer Darstellung und übersichtlicher Anordnung vorgetragene reiche Gedankenfülle der Hauptabschnitte hinweisen.

Kultur ist nach Burckhardt der Aufbau und die Pflege des Werkes und der Welt der Werke durch und für den Menschen, Volk und Menschheit. Sie ist die Gesamtheit und der Zusammenhang menschlich-gemeinschaftlicher Lebensäußerungen im Werk, das Gedankliches (Ideelles) und Sinnliches (Materielles) untrennbar verknüpft. So findet auch das technische Werk im Kulturbegriff seine Stelle. Wie aber von jedem Werk verlangt werden muß, daß es aus einem Arbeitsethos entstanden sei, so soll auch das technische Werk stets „Werk" sein, ein Meisterwerk, nicht ein bloßes Machwerk. Die Güte des Werkes gibt den Ausschlag, die Freude, aus der es erschaffen wurde, die Wirkung zum Guten, die es ausübt. Die Werkphilosophie mahnt uns, das technische Werk wieder inniger mit dem Menschen zu verknüpfen, dessen Schöpferdrang es entsproß und dessen Arbeitsfreude ihm erst den rechten Wert verleiht. Es kann auch für die Technik gelten: „Das Höchste wäre erreicht, wenn jeder seinen Beruf als eine Kunst ausübte und dadurch am schönsten, besten und wahrsten seinen Nächsten zu lieben vermöchte, wie er sich selbst liebt, nicht mit Worten, sondern mit dem Werke."

Wir wären dem Verfasser dankbar, wenn er dem technischen Werk mit seinen vielfältigen Einwirkungen auf Individuum und Welt seine besondere Aufmerksamkeit zuwenden wollte. Der Anfang ist gemacht in der Philosophie des Werkes, die auch eine Philosophie der Arbeit genannt werden könnte. Der Ausbau nach dieser Richtung stellt noch eine Zukunftsaufgabe dar, deren Durchführung in den Kreisen der Ingenieure besondere Beachtung finden würde.

Eine wünschenswerte Ergänzung seines Buches hat der Verfasser kürzlich in Gestalt einer geschichtlichen Einleitung: „Geschichte des Kultur- und Bildungsproblems" (Leipzig 1922, Quelle & Meyer) herausgegeben, auf die hier empfehlend hingewiesen werden kann. [1731]

Frankfurt a. M. Dipl.-Ing. Carl Weihé.

Einführung in die allgemeine Mechanik zum Gebrauch bei Vorträgen sowie zum Selbstunterricht. Von Professor Dr. Max Planck. Dritte Auflage, VII + 226 S. Leipzig 1921, S. Hirzel.

Die heutigen Physiker Deutschlands haben im allgemeinen sehr wenig Interesse für Mechanik, insbesondere für die klassische Mechanik, wie sie sich im 18. Jahrhundert herausgebildet hat. Man braucht sie zur Abrundung des Weltbildes, man braucht sie, um von den ponderomotorischen Wirkungen der Naturkräfte sprechen zu können, aber eigentlich ist sie nur dazu da, um durch Quantentheorie und Relativitätstheorie überwunden zu werden. So kommt es, daß nur noch ein dünner Faden der Verbindung vom 18. Jahrhundert über Jacobi und Kirchhoff zu den heutigen Physikern hinleitet, daß man z. B. kaum mehr weiß, wie d'Alembert selbst sein beberühmtes Prinzip formuliert hat. Auch hat man als Physiker nicht wie der Mathematiker das Bedürfnis nach voller Schärfe der Begriffe, nach strengem Aufbau und lückenloser Beweisführung. So läßt man auch links liegen, was in dieser Richtung etwa noch in neuerer Zeit zu den Leistungen des 18. Jahrhunderts hinzugetan worden ist. Endlich will man auch eigentlich gar nichts von den wirklichen Bewegungsvorgängen der Umwelt wissen; man ist zufrieden, ein abstraktes Schema für die Konstruktion eines Weltbildes zu haben. Dazu genügen als konkretes Material: der materielle Punkt, der ideale Faden, der starre Körper; als Naturerscheinung die Gravitation. Maschinen, alle Arten von Reibung, fast alle die Vorgänge der Umwelt, die einen Ingenieur interessieren, sind für den Physiker nicht da. Auch seine allgemeine Mechanik ist ein sehr eng begrenztes Teilgebiet.

Planck ist einer unserer führenden Physiker. Wenn er eine Mechanik schreibt, wird sie in ihrer Art gut sein. Aber man wird in ihr alles das nicht finden, was ich vorher streifte. Benußt man sie recht, so wird man sie mit Nußen und Vergnügen lesen. Man kennt ja Planck als Meister des Stils, als glänzenden Lehrer. Auch die Leser dieser Zeitschrift werden ihr Wissen nach diesem Buch sehr wohl ergänzen können. Nicht nur, daß es für sie nüßlich und belehrend sein wird, einmal die Mechanik von einem so ganz anderen Standpunkt aus betrachtet zu sehen, sie werden auch sachlich manches finden, was wieder in dem üblichen Unterricht an einer Technischen Hochschule zu kurz kommt. Ich verweise auf die Lagrangeschen Gleichungen, das Hamiltonsche Prinzip, dessen kanonische Gleichungen, die Hamilton-Jacobische Differentialgleichung und die ersten Elemente ihrer Integrationstheorie. Auch als Einführung in das Studium der Physik ist das Buch ganz sicher gut brauchbar; nur glaube der Student, der nur dieses Buch kennt, nicht, er verstünde nun wirklich allgemeine Mechanik. [1427] Hamel.

Eingänge.

Die Schlüsselzahl, mit der die angegebene Grundzahl (G. Z.) multipliziert, den augenblicklichen Preis angibt, beträgt zur Zeit 600.)

Mathematisch-physikalische Bibliothek, Bd. 46. **Die mathematischen Grundlagen der Lebensversicherung.** Von Dr. H. Schütze. Leipzig u. Berlin 1922, B. G. Teubner. 48 Seiten.

Einführung in die Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen auf funktionentheoretischer Grundlage. Von Prof. L. Schlesinger. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 326 Seiten mit einigen Abb.

Teubners technische Leitfäden, Bd. 1. **Darstellende Geometrie.** 1. Teil. Von Prof. Dr. M. Großmann. 2. Auf. Leipzig u. Berlin 1922, B. G. Teubner. 81 Seiten mit 134 Abb.

Sammlung Göschen, Band 78: **Theoretische Physik.** Von Prof. Dr. G. Jäger. III. Band: Elektrizität und Magnetismus. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 140 S. mit 33 Abb.

Lehrbuch der Physik. Von Prof. O. D. Chwolson. 3. Bd. 1. Abt.: **Die Lehre von der Wärme.** 2. Aufl. Bearbeitet von Prof. G. Schmidt. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges. 450 S. mit 105 Abb. Preis G. Z. 15 *M.*

Von Herdflamme und Ofenglut. Chemisch-physikalische Versuche zum Verständnis einer vorteilhaften Bedienung unserer häuslichen Heizvorrichtungen. Von R. Fischer. München 1922, Johannes Albert Mahr. 57 S. mit 39 Abb.

Um das Verständnis wärmewirtschaftlicher Fragen in die weitesten Kreise zu bringen, wendet sich der Verfasser an die Volksschulen und baut seine Darlegungen auf geschickt angestellten Versuchen auf, die im Gedächtnis viel fester haften als mündliche Erklärungen. Die dargestellten Versuchsapparate sind eigenartig und neu und so einfach und billig, daß sie mit den geringen Mitteln jeder Volksschule hergestellt werden können.

Gesammelte Abhandlungen Band I, Abt. 1: **Untersuchungen über komplexe anorganische Säuren.** Abt. 2: **Untersuchungen über sterische Hinderung.** Von Prof. Dr. F. Kehrmann. Leipzig 1922, Georg Thieme. 203 S. mit 2 Abb. Preis G. Z. 3,50 *M.*

Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten besonders im auffallenden Licht. Von Prof. Dr. H. Schneiderhöhn. Herausgegeben im Auftrage des Fachausschusses für Erzaufbereitung der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute e. V. Berlin 1922, Selbstverlag der Gesellschaft. 292 S. mit 154 Abb. und einem Anhang „Bestimmungstabellen".

Memoirs of the College of Engineering, Kyushu Imperial University, Fukuoka, Japan. Vol. II. No. 5. 1922: **X-Ray Examination of Inner Structure of Strained Metals. I. Chiefly on Copper Wires.** Von Prof. A. Ono.

Sammlung Göschen. **Die Nichtmetalle und ihre Verbindungen.** Von Prof. Dr. A. Bentath. I. u. II. Teil. Berlin u. Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. Heft I: Bor-Kohlenstoff, Silizium-Stickstoffgruppe, 146 Seiten mit 9 Abb. Heft II: Wasserstoff-Sauerstoffgruppe. Gruppe der Halogene, Gruppe der Edelgase. 122 Seiten mit 24 Abb.

Dissoziation der Gase. Von Dipl.-Ing. A. Schelest. Berlin 1922, Vereinigte Buch- u. Lehrmittelgesellschaft m. b. H. Berlin. 63 Seiten mit 17 Abb.

Schriften aus dem Verlage der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Naturforscher und Philosophen, Heft 3: **Über die spezifische Wärme der gas- und dampfförmigen, flüssigen und festen Stoffe.** Von R. Mewes. Leipzig 1922, K. F. Koehler. 12 Seiten mit 12 Abb. u. 41 Zahlentafeln.

Die Schmiermittel-Anwendung. Mineralöl-Industriehandbuch. Grenznormen und technische Anforderungen der Fachverbände für sparsame Betriebswirtschaft. Von Betriebsleiter M. Winter. 3. Auflage. Hannover 1922, Curt R. Vincents. 336 Seiten.

Teubners technische Leitfäden, Bd. 15: **Leitfaden der Baustoffkunde.** Von Prof. Dr.-Ing. M. Foerster. Leipzig u. Berlin 1922, B. G. Teubner. 220 Seiten mit 57 Abb.

Handbuch für Eisenbetonbau. Von Oberbaurat Dr.-Ing. F. Emperger. 3. Aufl. 3. Band: Grund und Mauerwerksbau, bearbeitet von B. Colberg und A. Nowak. Berlin 1922, Wilhelm Ernst & Sohn. 482 Seiten mit 1048 Abb.

Technische Geologie. Von Prof. Dr. phil. J. Stiny. Stuttgart 1922, Ferdinand Enke. 789 Seiten mit 463 Abb. und einer Karte.

Handbibliothek für Bauingenieure, herausgegeben von R. Otzen. II. Teil: Eisenbahnwesen und Städtebau. 7. Band: **Sicherungsanlagen im Eisenbahnbetriebe.** Von Dr.-Ing. W. Cauer, mit einem Anhang: **Fernmeldeanlagen und Schranken.** Von Dr.-Ing. F. Gerstenberg. Berlin 1922, Julius Springer. 459 Seiten mit 484 Abb. und 4 Tafeln.

Die Lokomotive in Kunst, Witz und Karikatur. Herausgegeben von der Hannoverschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft, vorm. Georg Egestorff, Hannover-Linden 1922. 130 Seiten mit 165 Abb.

Schiffbau-Kalender 1922/23. Hilfsbuch der Schiffbau-Industrie, herausgegeben unter Mitwirkung hervorragender Fachleute vom Verlag des „Schiffbau". Berlin 1922, Reinhold Strauß A.-G. 608 Seiten mit vielen Abbildungen.

Geschichte der Gasmotoren-Fabrik Deutz. Von Prof. C. Matschoß. Berlin 1922, Verein deutscher Ingenieure. 152 Seiten mit 69 Abb.

Das Fernkabel. Mitteilungen über Kabelanlagen für den Nachrichtenverkehr im In- und Auslande, herausgegeben von der Deutschen Fernkabel-Gesellschaft, Charlottenburg. Heft 1. Berlin 1922, Wilhelm Ernst & Sohn. 31 Seiten.

Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge. Der Bezugspreis wird von Fall zu Fall festgesetzt. Es sollen hier alle wichtigen Nachrichten über das bereits Erreichte und das Erstrebte zusammengestellt und über alle mit der Herstellung der Fernkabelnetze in Verbindung stehenden technischen und wirtschaftlichen Fragen Aufschluß gegeben werden.

Bibliothek der gesamten Technik, 220. Band. **Die Verbrennungskraftmaschinen in der Praxis.** Von Obering. H. Neumann. 4. Aufl. Leipzig 1922, Dr. Max Jänecke. 405 Seiten mit 285 Abb.

Taschenbuch für Kälte-Techniker. Von G. Göttsche, 8. Aufl., neu herausgegeben von Dipl.-Ing. W. Pohlmann. Hamburg 1922, Hanseatische Verlagsanstalt. 326 Seiten mit Abb.

Die elektrische Maschine in einheitlicher Darstellung. Von Dr.-Ing. G. Siemens. Berlin 1922, Georg Siemens. 64 Seiten mit 18 Abb.

Wärmeheft der Mitteilungen des Deutschen Ingenieurvereines in Mähren und des Hauptvereines deutscher Ingenieure in der tschechoslowakischen Republik. **Neuzeitliche Bestrebungen in der Wärmewirtschaft.** Eine Sammlung von Vorträgen, gehalten an der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn im Herbst 1921 für im Beruf stehende Ingenieure und Techniker. Herausgegeben mit Unterstützung des Ministeriums für öffentliche Arbeiten in Prag, von Dr.-Ing. A. Hawranek. Brünn 1922, Verlag des Vereines. Preis 25 Kč, für das Ausland 28 Kč. Zu beziehen durch die Verwaltung der „Mitteilungen", Brünn, Preßburger Straße 55.

Energiewirtschaft in statistischer Beleuchtung. Herausgegeben von der Bayerischen Landeskohlenstelle. Band I: Energievorräte und ihre Gewinnung. Von Obering. R. Reischle und P. Wachter. München 1922, Johs. Albert Mahr. 58 Seiten mit 19 Abb. u. 41 Aufstellungen.

Wärmestrom-Bilder (Sankey-Diagramme) aus dem Eisenhüttenwesen. Vom Verein deutscher Eisenhüttenleute. Düsseldorf 1922, Stahleisen m. b. H.

Die Wärmestrombilder sind wie keine anderen Ausdrucksmittel geeignet, über die Zusammenhänge zwischen Erzeugung, Verbrauch und Verlust der heute so kostbaren Energie Klarheit zu schaffen.

Die Flachsspinnerei. Von O. Rechenberger. 2. Aufl. Leipzig 1921, Bernh. Friedr. Voigt. 302 Seiten mit 21 Abb.

Aus Handel, Industrie und Technik, Briefwechsel und Musterbeispiele. Von A. Schlomann. Heft 1 bis 6. München und Berlin 1922, R. Oldenbourg. Preis G. Z. 11 *M.*

Der Lohnabzug auf Grund der Einkommensteuernovelle vom 26. Juli 1922 nebst Erläuterungen. Von Rechtsanwalt Dr. F. Koppe. Berlin 1922, Spaeth & Linde. 204 Seiten.

Neue Tabellen zum Steuerabzug auf Grund der Einkommensteuernovelle vom 26. Juli 1922. Gültig vom 1. August 1922 an. Von Reg.-Rat Schlör. 4. Aufl. Berlin 1922, Spaeth & Linde.

Das Versicherungssteuergesetz vom 8. April 1922. Von Rechtsanwalt Dr. G. Cleeves. Berlin 1922, Spaeth & Linde. 162 Seiten.

Das Gesetz zur Änderung des Körperschaftssteuergesetzes vom 8. April 1922, nebst Erläuterungen. Von Dr. R. Rosendorff. Berlin 1922, Spaeth & Linde. 164 Seiten.

Die Einkommensteuernovelle vom 26. Juli 1922. Von Dr. Erler und Dr. Koppe. Berlin 1922, Spaeth & Linde. 94 Seiten.

Das Gesetz über die Zwangsanleihe. Von Rechtsanwalt Dr. F. Koppe. Berlin 1922, Spaeth & Linde. 41 Seiten.

Gesetz über die Zwangsanleihe. Von Rechtsanwalt Dr. F. Koppe und Dr. W. Beuck. Berlin 1922, Spaeth & Linde. 174 Seiten.

Das Rennwett- und Lotteriegesetz vom 8. April 1922. Von Dr. A. Hellwig. Berlin 1922, Spaeth & Linde. 228 Seiten.

Kommentar zum Reichsmietengesetz. Von Rechtsanwalt W. Walther und Direktor M. Diefke. Berlin 1922, Otto Liebmann. 268 Seiten.

Die Betriebsbilanz und die Betriebs-Gewinn- und Verlustrechnung nach dem Gesetz vom 5. Februar 1921 mit erläuterten Bilanzbeispielen. Von Dr. H. Großmann. 2. Aufl. Berlin 1922, Spaeth & Linde. 170 Seiten.

Abkommen über Sachleistungen für Wiederaufbauzwecke. Düsseldorf 1922, M. Stucken. 46 Seiten.

Technischer Index. **Jahrbuch der technischen Zeitschriften-, Buch- und Broschürenliteratur.** Von H. Rieser. Ausgabe 1921. Band VI/VII. Wien 1921, Carl Stephenson. 300 Seiten.

Übersicht über alle in den Jahren 1919 bis 1921 geschaffenen technischen Erfindungen, Neuerungen usw. Der vorliegende Band enthält den Nachweis der technischen Zeitschriften-, Buch- und Broschürenliteratur dieser Jahre, eingeteilt nach den verschiedensten Fachgebieten, Gruppen und Untergruppen, so daß das Auffinden jeder gewünschten Materie auf die einfachste Art möglich ist. Eine Aufstellung der technischen Zeitschriften bietet eine willkommene Ergänzung.

Das Ätzen der Metalle und das Färben der Metalle. Von G. Buchner. 3. Aufl. Berlin 1922, M. Krayn. 207 S. mit einigen Abbildungen.

Das moderne Siemens-Martinstahlwerk, seine Lage, sein Bau und sein Betrieb. Von H. Hermanns. Halle a. S. 1922, Wilhelm Knapp. 289 S. mit 276 Abb., 1 Tafel und 27 Zahlentafeln. Preis G. Z. 10,5 ℳ, geb. 11,8 ℳ.

Mitteilungen aus dem Schlesischen Kohlenforschungsinstitut der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Breslau. Von Prof. F. Hofmann. 1. Band. Berlin 1922, Gebr. Borntraeger. 180 S. mit Abb. Preis G. Z. 9 ℳ.

Lehrbuch der Eisen- und Stahlgießereien. Von Prof. Dr.-Ing. e. h. B. Osann. 5. Aufl. Leipzig 1922, Wilhelm Engelmann. 693 S. mit 756 Abbildungen.

Allgemeine Mechanik. Grundlegende Ansätze und elementare Methoden der Mechanik des Punktes und der Punktsysteme. Von Dr. phil. C. H. Müller und Dr. phil. G. Prange. Hannover 1923, Helwingsche Verlagsbuchhandlung. 551 S. mit 113 Abb.

Mechanical Questions. Von O. E. Westin. Stockholm 1922, P. A. Nordstedt & Söner. 59 S. mit 36 Abb.

Die Festigkeitslehre. Elementares Lehrbuch. Von Baurat Prof. R. Lauenstein. 16. Aufl., bearb. von Prof. C. Ahrens. Leipzig 1922, Alfred Kröner. 275 S. mit 158 Abb.

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton, Heft E: **Widerstandsfähigkeit der Druckzone von Eisenbetonkörpern, welche auf Biegung beansprucht sind.** Von O. Graf. Berlin 1922, Wilhelm Ernst & Sohn. 41 S. mit 43 Abb. und 3 Zusammenstellungen. Preis G. Z. 1 ℳ.

Die Versuche, die zu den im vorliegenden Büchlein zusammengefaßten Ergebnissen führten, sind in den Forschungsheften 39, 45 bis 47, 90, 91, 122, 123, 166 bis 169 sowie 254 niedergelegt.

Die Reparaturen an elektrischen Maschinen, insbesondere die Herstellung der Ankerwicklungen an Gleich- und Drehstrommotoren. Von F. Raskop. 3. Aufl. Berlin 1922, Hermann Meußer. 230 S. mit 123 Abb.

Sammlung Göschen, Band 198: **Elektrotechnik.** Von Prof. J. Herrmann. III. Band: Die Wechselstromtechnik. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 148 S. mit 153 Abb. und 16 Tafeln.

Deutschlands Baugewerbe. Reichsadreßbuch des gesamten Bauwesens und der zugehörigen Geschäftszweige. Verzeichnis der „Spezialbaugeschäfte" sowie für „Baumaterial und Baubedarf". Berlin 1922, Otto Elsner.

Die graphische Statik. Elementares Lehrbuch. Von Baurat Prof. R. Lauenstein. 15. Aufl., bearb. von Prof. P. Bastine. Leipzig 1922, Alfred Kröner. 307 S. mit 363 Abb.

Die Methoden des Flußbaues. Von Dr.-Ing. E. Marquardt. Berlin 1922, Wilhelm Ernst & Sohn. 72 S. mit 14 Abb. Preis G. Z. 2,8 ℳ.

Sammlung Göschen, Heft 322: **Eisenkonstruktionen im Hochbau.** Von G. Janetzky. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 127 S. mit 175 Abb.

Eisenbetonbau, Säule und Balken. Grundlagen der Eisenbetontheorie und ihre Anwendung. Von H. Schlüter. 2. Aufl. Berlin 1922, Hermann Meußer. 426 S. mit 274 Abb. und 7 Tafeln. Preis G. Z. 9,50 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Bestimmung von strömenden Gas- und Flüssigkeitsmengen aus dem Druckabfall in Rohren.

Zu der unter obigem Titel in Z. 1922 S. 178 erschienenen Abhandlung des Herrn Jakob hat Herr Gümbel auf S. 862 in ablehnender Weise Stellung genommen. Wenn sich auch Herr Jakob bereits zu den Einwänden und Gegenvorschlägen des Herrn Gümbel geäußert hat, so möchte ich, besonders auch auf Grund eigener Messungen, mir noch einige Bemerkungen erlauben, da Fernerstehende sich sonst leicht ein falsches Bild machen könnten.

1. Für den Widerstand turbulenter Strömung in glatten Rohren stellt bereits das Blasiussche Gesetz nach den Messungen von Saph und Schoder im Bereich $2000 \leq R$[1]) $< 50\,000$ eine für praktische Zwecke völlig ausreichende Näherung dar. Wenn Herr Jakob die beiden Beiwerte noch etwas verbessert hat — die Unterschiede sind recht gering —, so ist das zu begrüßen. Besonders muß aber betont werden, daß in dem angegebenen Bereich die Unsicherheit der Beiwerte so gering ist, daß sich dieses Widerstandsgesetz für Mengenmessungen durchaus eignet[2]). Zudem habe ich durch Messungen, die demnächst in der Z. f. angewandte Mathematik und Mechanik veröffentlicht werden, die praktisch ausreichende Gültigkeit des Gesetzes von Blasius bis $R = 200\,000$ bewiesen, was die Anwendbarkeit des Jakobschen Meßverfahrens noch wesentlich erweitert. Geringe Unterschiede in der Wandbeschaffenheit spielen hier, was auch sehr günstig ist, gar keine Rolle. So war z. B. eines meiner gezogenen Messingrohre bereits ziemlich gleichmäßig angegriffen und lieferte trotzdem mit Blasius übereinstimmende Werte. Ausschmirgeln und Polieren änderte den Widerstand innerhalb der Versuchsgenauigkeit nicht. Es scheint sonach heute nicht mehr gerechtfertigt, auf alte fehlerhafte Messungen (Reynolds, Darcy) zurückzugreifen, wie Herr Gümbel tut. Nach dem heutigen Stand des Versuchs gibt es tatsächlich innerhalb ziemlich weiter Grenzen hydrodynamisch praktisch glatte Rohre, für die das Gesetz von Blasius von $R = 2000$ bis $200\,000$ eine genügende Annäherung darstellt. Zur Sicherheit ist es bei kleinen Werten (2000) zweckmäßig, die Turbulenz durch scharfrandigen Einlauf schnell einzuleiten, und nötig, etwa 50 Durchmesser als „Anlaufstrecke" vor die Meßstrecke zu legen.

2. Vor dem Vorschlag des Herrn Gümbel, statt glatter Rohre rauhe Rohre zu Meßzwecken zu benutzen, muß nach dem bisherigen Stand der Versuche dringend gewarnt werden. Für rauhe Rohre scheint, besonders bei kleineren R-Werten, der Verlauf des Widerstandsgesetzes reichlich verwickelt zu sein und ist heute noch durchaus nicht zu übersehen. Keinesfalls ist es möglich, durch wenige oder gar nur einen Eichpunkt die Kurve nach der Tafel des Herrn Gümbel festzulegen. Zur Begründung weise ich auf Messungen des Herrn Hopf hin, über die er auf der diesjährigen Naturforscherversammlung berichtet hat, und auf meine eigenen Messungen.

Leipzig, 7. Okt. 1922. Dr. Ludwig Schiller.

[1]) $R = \frac{w\,r}{\nu}$. Der Einheitlichkeit halber bin ich für allgemeinere Einführung des Halbmessers in die Reynoldssche Zahl R statt des Durchmessers (in Uebereinstimmung mit Mises, Gümbel u. a.).

[2]) Für kleine R vgl. z. B. den Bericht über meine Messungen (Z. 1922 S. 286). Die obere Gerade in Fig. 4 stellt das Blasiussche Gesetz dar.

Zu der Zuschrift des Herrn Dr. L. Schiller bemerke ich, daß die von mir vorgeschlagenen Vergleichsmessungen zwischen glatten Rohren und Düsen zurzeit auf Veranlassung des Ausschusses für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren, und zwar mit Luft vorgenommen wurden. Ich hoffe, daß es möglich sein wird, die Versuchsrohre, wovon das größte 100 mm l. W. hat, auch noch mit strömendem Wasser zu untersuchen, um die Beiwerte der Blasiusschen Gleichung erneut zu bestimmen.

Charlottenburg, 12. Okt. 1922. Max Jakob.

Die Zuschrift des Herrn Dr. Schiller bestätigt meine Feststellung, daß es sich bei dem Blasiusschen „Gesetz" nur um eine Annährungsformel handelt, deren uneingeschränkte Benutzung sonach zu Irrtümern führen kann[3]). Der tatsächliche Zusammenhang der Bestimmungsstücke läßt sich, wie ich in meiner Zuschrift vom 9. September gezeigt habe, sicherer durch Auftragung der aus Versuchen bekannten Werte $\frac{r^2\,H\,g}{w\,l\,\nu}$ über den Werten $\frac{w\,r}{\nu}$ darstellen. Man erhält so für Rohre verschiedener Wandbeschaffenheit Kurvenscharen, die durchaus regelmäßig verlaufen, und in die sich auch die angeblich fehlerhaften Versuche von Darcy und Reynolds zwanglos einordnen. An der Hand dieser Kurvenzusammenstellung oder der entsprechenden Zahlentafel läßt sich für ein Rohr beliebiger Wandbeschaffenheit unter der selbstverständlichen Voraussetzung, daß das Rohr genügend lang ist, um einen gleichmäßigen Strömungszustand zu gewährleisten, die zugehörige Kurve der $\frac{r^2\,H\,g}{w\,l\,\nu}$-Werte durch Interpolation leicht finden, wenn nur durch einen einzigen Versuch ein Punkt der Kurve festgelegt ist.

Die neue Meßmethode von Prof. Jakob lehne ich, entgegen der Auffassung des Herrn Schiller, durchaus nicht ab: Im Gegenteil, ich glaubte ihr zu nutzen, indem ich zeigte, daß sie von der Annahme eines bestimmten Reibungsgesetzes unabhängig und die Eichung des Gerätes durch einen einzigen Versuch mit beliebiger Flüssigkeit möglich ist. [1492]

Charlottenburg, 14. Okt. 1922. Gümbel.

[3]) Vergl. die Bemerkungen von Prof. v. Mises, Z. 1922, S. 959, wonach der Exponent ¼ des Blasiusschen Gesetzes nur für Rohre von ganz bestimmter Wandbeschaffenheit zutrifft.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES.

Wahl zweier Beigeordneter im Vorstande.

Nachdem der in der Versammlung des Vorstandsrates im Juni v. J. zum Beigeordneten im Vorstande für die Jahre 1923, 1924 und 1925 gewählte Herr Geh. Kommerzienrat Dr.-Ing. A. Ventzki, Danzig-Langfuhr, am 17. Oktober v. J. verstorben ist, ist gemäß § 24 der Satzung auf Vorschlag des Wahlausschusses in schriftlicher Abstimmung Herr Fabrikant Dr.-Ing. Robert Bosch, Stuttgart, durch einstimmigen Beschluß des Vorstandsrates zum Beigeordneten im Vorstande für die Jahre 1923, 1924 und 1925 gewählt worden.

Außerdem hat der Vorstand auf Grund der ihm durch § 21 Abs. 1 der Satzung zustehenden Befugnis, drei Beigeordnete in den Vorstand zu wählen, von der er bisher nur in zwei Fällen Gebrauch gemacht hat, durch einstimmigen Beschluß den Präsidenten des Eisenbahn-Zentralamtes, Herrn Geh. Baurat Gustav Hammer, Berlin, zum Beigeordneten im Vorstande für die Jahre 1923, 1924 und 1925 gewählt.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 2. SONNABEND, 13. JANUAR 1923. BD. 67.

INHALT:

Untersuchungen über Fundamentschwingungen[1].

Von Dr.-Ing. Ernst Schmidt, München.

(Mitteilung aus dem Laboratorium für Technische Physik der Technischen Hochschule München.)

Die durch periodische Kräfte von Maschinen hervorgerufenen Fundamentschwingungen werden mittels der in der Elektrotechnik üblichen graphischen Darstellung oszillierender Größen durch Vektoren untersucht. Die Eigenschaften eines Fundamentes lassen sich durch die sogenannte Fundamentfunktion darstellen, die für jeden Freiheitsgrad die von der oszillierenden Kraft von der Amplitude 1 hervorgerufene Bewegung des Fundamentes nach Größe und Phase für alle Frequenzen angibt. Es wird ein Versuchsverfahren beschrieben, wonach man die Fundamentfunktion praktisch aufnehmen kann. Versuchsergebnisse werden mitgeteilt. Mit einer ganz ähnlichen Anordnung wird das Verhalten elastischer Maschinenunterlagen aus Kork, Korkstein und Kautschuk untersucht. Bei bekannter Fundamentfunktion kann man die Schwingung der Maschine und des Fundamentes bei verschiedenen Frequenzen einfach graphisch darstellen und den Einfluß der Vermehrung der Maschinen- oder Fundamentmasse und die Wirkung elastischer Unterlagen vorausberechnen.

Die Entstehung und Verhütung von Fundamentschwingungen bei Maschinenanlagen hat man oft untersucht, aber meist nur Sonderfälle behandelt, die keine Verallgemeinerung zulassen. Um zu allgemeineren Ergebnissen zu gelangen, die als Grundlage für Versuche dienen könnten, muß man zunächst das Gebiet theoretisch klären.[2])

Für die Ausbildung der Fundamentschwingungen sind wesentlich: 1. die die Schwingung erzeugenden Kräfte, 2. die trägen Massen der Maschine, 3. die Eigenschaften des Fundamentes, 4. die Wirkung dämpfender Unterlagen.

Bei der theoretischen Behandlung beschränken wir uns auf periodische Vorgänge, die wir nach Fourier in Harmonische zerlegen, und greifen eine Harmonische, z. B. die Grundschwingung, heraus. Das Maschinengestell sei als starres Ganzes gedacht, gegen das sich z. B. hin und her gehende Massen bewegen oder auf das auf andere Weise periodische Kräfte ausgeübt werden. Die Maschine stehe unmittelbar oder durch Vermittlung einer elastischen Unterlage auf einem Fundament, z. B. dem gewachsenen Boden, dem Tragwerk eines Gebäudes usw. Ein mit der Maschine fest verbundener Fundamentblock kann dabei mit zur Maschine gerechnet werden. Die periodischen Kräfte, welche auf das festgehalten gedachte Gestell wirken, seien bekannt; die Aufgabe ist, die dadurch hervorgerufenen Bewegungen der Maschine und des Fundamentes zu berechnen.

Denken wir uns zunächst, die Maschine schwebe frei im Raume, ohne Verbindung mit dem Fundament, so müssen bei ihren Bewegungen die durch die Massen und Trägheitsmomente hervorgerufenen Trägheitskräfte den Kräften das Gleichgewicht halten, welche die Schwingungen erzeugen. In Wirklichkeit steht aber die Maschine auf dem Fundament, das sie festhalten will. Der Einfluß dieser „Einspannung" ist zunächst zu untersuchen.

Eine auf das Fundament ausgeübte sinusförmige Kraft oder ein solches Moment ruft, wenn man sich auf kleine Schwingungen beschränkt, auch eine sinusförmige Bewegung, eine Verschiebung oder Drehung hervor. Die Bewegung ist aber im allgemeinen nicht in gleicher Phase mit der Kraft, sondern bleibt hinter ihr zurück. Stellen wir, wie es in der Wechselstromtechnik üblich ist, oszillierende Größen durch die Projektion von Vektoren auf einer Geraden dar, Abb. 1, die mit der der Periodenzahl entsprechenden Winkelgeschwindigkeit umläuft, so ist das Verhalten des Fundaments bei einer bestimmten Frequenz durch die Vektoren der Kraft K und der Bewegung s gegeben, wobei die Bewegung der Kraft um den Phasenwinkel φ nacheilt. Dieser muß zwischen 0 und 180° liegen, wenn Energie von der Maschine an das Fundament übertragen werden soll.

Abb. 5. Anordnung zur Untersuchung der Fundamentfunktion.

Ist das Fundament eine vollkommen elastische Feder, so ist seine Bewegung mit der Kraft phasengleich, Abb. 2; besteht das Fundament aus einer trägen, frei beweglichen Masse, so bewegt es sich entgegengesetzt zur Kraft, Abb. 3. Im allgemeinen kann φ beliebige Werte annehmen; ist φ spitz, nähern wir uns also dem Fall der elastischen Feder, so sei das Fundament als „federartig", ist φ stumpf, so sei es als „massenartig" bezeichnet.

Mit veränderter Frequenz, aber gleichbleibender Amplitude der Kraft ändern sich im allgemeinen Größe und Richtung des Vektors der Bewegung. Verbindet man die Endpunkte aller Vektoren der Bewegung, welche von der oszillierenden Kraft 1 bei verschiedenen Frequenzen hervorgerufen werden, so erhält man eine Kurve, die als „Fundamentfunktion" bezeichnet werde. Ist die Fundamentfunktion für alle sechs Freiheitsgrade bekannt, so ist damit das Fundament völlig gekennzeichnet.

[1]) Vorgetragen in der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Leipzig, September 1922.

[2]) Vergl. eine demnächst in der Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik erscheinende Arbeit des Verfassers: Theoretische Untersuchungen über Fundamentschwingungen.

Abb. 1 bis 3. Vektordarstellung von Kraft K und Verschiebung s bei Fundamentschwingungen

Abb. 4. Fundamentfunktionen eines Fundamentes, welches aus einer trägen, gedämpft schwingenden Masse besteht. Die kleinste Kurve entspricht aperiodischer Dämpfung, die größeren gehören zu kleineren Werten der Dämpfung.

Auch die durch die Schwingung an das Fundament abgegebene Energie läßt sich aus der Vektordarstellung entnehmen; sie ist proportional der Fläche des von den Vektoren K und s gebildeten Dreiecks.

In einfachen Fällen kann man die Fundamentfunktion theoretisch berechnen. Besteht das Fundament z. B. aus einer trägen Masse, welche elastische Kräfte in ihrer Lage halten und deren Bewegung eine der Geschwindigkeit proportionale Reibung dämpft, so entsprechen die Fundamentfunktionen für verschiedene Werte der Dämpfung der Kurvenschar, Abb. 4. Bei niedrigen Frequenzen sind Bewegung und Kraft gleichphasig. Mit wachsender Frequenz nehmen Amplitude und Nacheilen der Bewegung zu, und die Amplitude erreicht ihren Höchstwert bei der Resonanzfrequenz, wobei die Bewegung der Kraft um rd. 90° nacheilt. Vom Resonanzpunkt an nimmt die Amplitude wieder ab, und der Nacheilwinkel nähert sich 180°. Bei Frequenzen unterhalb der Resonanz verhält sich das Fundament federartig, bei höheren Frequenzen massenartig.

Auch für den an den Enden nachgiebig eingespannten Balken läßt sich die Fundamentfunktion berechnen, aber die Art der Einspannung der Balkenenden ist in der Regel nicht genau genug bekannt, so daß man keine brauchbaren Werte erhalten kann.

In den meisten praktisch vorkommenden Fällen sind die Verhältnisse noch verwickelter und der Rechnung nicht mehr zugänglich. Dann läßt sich die Fundamentfunktion durch den Versuch ermitteln. Hierzu wurde folgende Anordnung, Abb. 5, benutzt: Auf dem Fundament liegt eine vollkommen elastische Platte a, deren Formänderung in jedem Augenblick der auf sie ausgeübten Kraft proportional ist. Für diesen Zweck eignen sich ebene, 2,5 mm dicke Stahlplatten von 30 × 30 cm², Abb. 6, welche unter Verwendung von Abstandstreifen so aufeinander liegen, daß sie bei Belastung auf Biegung beansprucht werden. Diese Platten haben sich als praktisch vollkommen elastisch erwiesen. Auf dieser Federplatte liegen drei Korksteinplatten b, deren Zweck weiter unten besprochen wird, und darauf steht der Schwingungserzeuger, der die senkrecht schwingenden Kräfte liefert. Dieser besteht in der Hauptsache aus zwei Scheiben c mit exzentrisch verteilten Massen, die sich um parallele, in einem festen Rahmen gelagerte Achsen drehen. Dabei heben sich die wagerechten Komponenten der Fliehkräfte auf, und eine reine senkrechte Schwingung bleibt übrig.

An dem Rahmen des Schwingungserzeugers ist die Grundplatte d angebracht, welche die Schwingung auf die Korksteinplatten überträgt; außerdem ist er mit Querträgern versehen, welche die Gewichte e aufnehmen. Verändert man die Größe dieser Gewichte und die Zahl und Dicke der Korksteinplatten b, so kann man unerwünschte Schwingungen, z. B. Kippschwingungen der ganzen Anordnung, vermeiden; außerdem kann man dadurch die Größe der auf das Fundament wirkenden Kräfte verändern. Der Antrieb erfolgt durch den Elektromotor f.

Die Zusammendrückung der Federplatte wird durch einen Lichtzeiger mit Hilfe eines Spiegels 1 gemessen, dessen Drehung der Formänderung der Federplatte und damit der auf diese ausgeübten Kraft proportional ist, Abb. 7 und 8. Der wagerecht ankommende Lichtstrahl wird durch den Spiegel 1 senkrecht nach oben geworfen und trifft auf einen zweiten Spiegel 2, der die Bewegung des Fundamentes gegen eine genügend große ruhende Masse anzeigt und den Lichtstrahl wagerecht auf ein photographisches Papier wirft, wo sich die Lichtquelle als heller Punkt abbildet. Die Achsen der beiden Spiegel kreuzen einander senkrecht, und die Massen der Spiegel sind so klein, daß sie auch schnellen Bewegungen genau folgen. Beim Auftreten von Fundamentschwingungen verzieht der erste Spiegel den Lichtpunkt zu einer wagerechten Geraden, der zweite Spiegel den Lichtpunkt zu einer senkrechten Geraden. Schwingen beide Spiegel, so setzen sich die Bewegungen zu einer schrägen Geraden zusammen, wenn sie phasengleich sind. Eilt Spiegel 2 in der Phase gegen Spiegel 1 nach, so erzeugen sie statt der schrägen Geraden eine Ellipse, aus deren Gestalt Phasennacheilung und Größe der Spiegelausschläge, also auch der auf das Fundament ausgeübten Kraft und seiner Bewegung, ermittelt werden können. Die Fläche der Ellipse ist ein Maß für die in jeder Schwingung fortgeleitete Energie.

Die ruhende Masse, gegen welche die Fundamentbewegung gemessen wird, ist das Gewicht g, Abb. 5, das mittels des federnden Bügels h in einem auf dem Fundament stehenden Gestell i gelagert ist. Der die Fundamentbewegung messende Spiegel ist zwischen diesem Gestell und dem Gewicht g angebracht. Bei Frequenzen von 800 bis 2200 in der Minute kann die kleine Eigenbewegung der Masse g vernachlässigt werden.

Nimmt man die Schwingungsellipsen bei verschiedenen Frequenzen auf, so erhält man daraus punktweise die Fundamentfunktion. Solche Versuche wurden auf einer annähernd quadratischen Betondecke von rd. 7 m Kantenlänge und 20 cm Dicke sowohl in der Mitte der Decke als auch in der Mitte der einen Hälfte ausgeführt. Eine Schar der dabei erhaltenen Schwingungsellipsen gibt Abb. 9. Die eingetragenen Zahlen sind Uml./min. Die Fundamentfunktion für die Mitte der einen

Abb. 6. Elastische Federplatte aus Stahlblechen.

Abb. 7. Spiegelanordnung zur Untersuchung von Fundamenten.

Abb. 8. Anordnung zur Untersuchung dämpfender Unterlagen.

Abb. 9. Aufnahme von Schwingungsellipsen auf einer Betondecke.

Abb. 10. Fundamentfunktion für eine Betondecke.

Abb. 11. Graphische Berechnung von Fundamentschwingungen.

Deckenhälfte bei verschiedenen Drehzahlen zeigt Abb. 10. Sie besteht aus zwei aufeinanderfolgenden Schleifen, die der Grundschwingung und der ersten Oberschwingung der Platte entsprechen, wobei die Platte in der Mitte eine Knotenlinie hat. Die zur Kraftrichtung K senkrechte Komponente der Amplitude ist ein Maß für die übertragene Schwingungsenergie.

Die beschriebene Anordnung eignet sich zunächst nur für die wichtigste, senkrecht fortschreitende Schwingung; aber sie läßt sich leicht auf andere Freiheitsgrade übertragen.

Wirkung einer elastischen Unterlage zwischen Maschine und Fundament.

Eine solche Unterlage erfährt durch eine sinusförmige Kraft eine ebenfalls sinusförmige Formänderung. Ist sie vollkommen elastisch, so ist die Zusammendrückung mit der Kraft phasengleich, wandelt sie einen Teil der Formänderungsarbeit in Wärme um, so muß die Formänderung der Kraft in der Phase nacheilen. Im allgemeinen hat eine derartige Unterlage sowohl federnde als auch dämpfende Eigenschaften.

Um das Verhalten elastischer Unterlagen zu untersuchen, kann man eine der oben für Fundamente benutzten sehr ähnliche Anordnung verwenden; man legt auf eine genügend feste Unterlage die schon erwähnte, vollkommen elastische Platte, darauf eine gleich große Platte aus dem zu untersuchenden Stoff, z. B. Kautschuk, Kork usw., und läßt auf das Ganze von oben eine periodische Kraft wirken. Mit den beiden Platten ist eine der beschriebenen ähnliche Doppelspiegelanordnung so verbunden, daß Spiegel 1 die Zusammendrückung der vollkommen elastischen Platte und damit die Kraft, Spiegel 2 die Formänderung der Versuchsplatte mißt, s. Abb. 8. Aus der Bahn des Lichtpunktes, die bei unvollkommen elastischen Stoffen eine Ellipse ist, kann man bei gegebener Kraftamplitude die Formänderung nach Größe und Phase ermitteln.

Versuche[1]) mit Platten von 30 × 30 cm² und rd. 4 cm Dicke ergaben je nach der statischen Belastung als Nacheilwinkel der Phase bei Kautschuk 13 bis 18°, bei Korkstein 6 bis 7°, bei Naturkork 3 bis 6°. Dem entspricht eine Umwandlung von 23 bis 31, 10 bis 12 und 5 bis 10 vH der zugeführten Formänderungsarbeit in Wärme; die größeren Nacheilwinkel gehören zu höheren statischen Belastungen. Außerdem zeigte sich, daß die Federwirkung der untersuchten Stoffe, d. h. die zur Kraftrichtung parallele Komponente der Formänderung, in dem benutzten Frequenzbereich von 800 bis 2000 Per./min nur rd. ½ bis ⅓ des Wertes betrug, den man auf Grund einer bei langsamen Belastungsänderungen aufgenommenen Elastizitätskurve erwarten würde.

[1]) Eine ausführliche Darstellung dieser Versuche des Verfassers: Experimentelle Untersuchungen von schwingungsdämpfenden Unterlagen für Maschinen, erscheint in Kürze im „Gesundheitsingenieur".

Berechnung der Schwingung in einem praktischen Fall.

Eine Maschine von der Masse M, in der eine sinusförmige senkrechte Kraft von der Amplitude P und der Frequenz ω auftritt, stehe unter Vermittlung einer elastischen Unterlage von bekannten Eigenschaften auf einem Fundament mit gegebener, etwa nach dem obigen Verfahren ermittelter Fundamentfunktion. Um die auftretende Schwingung und die abgeführte Schwingungsenergie zu ermitteln, entnehmen wir aus der Fundamentfunktion die bei der Frequenz ω zur Kraft $K = 1$ gehörige Amplitude s_f des Fundamentes nach Größe und Richtung, Abb. 11. Die Kraft 1 hat in der elastischen Unterlage die Formänderung d zur Folge. Addieren wir d vektoriell zu s_f, so ergibt die Summe s_m die Bewegung der Maschine, welche die Kraft 1 am Fundament hervorbringt. Um diese Bewegung gegenüber dem Trägheitswiderstand der Maschinenmasse zu erzeugen, braucht man eine Kraft $+ M \frac{d^2 s_m}{dt^2}$, wofür man bei rein periodischen Vorgängen $- M \omega^2 s_m$ setzen kann. Addieren wir diesen Wert zu K, so erhalten wir nach Größe und Richtung die Kraft P, die auf die Maschine ausgeübt werden muß, damit die angenommene Bewegung erzeugt wird. Dieser Wert stimmt natürlich noch nicht mit der Kraft überein, die in der gegebenen Maschine wirkt; man braucht aber nur das Diagramm ähnlich zu vergrößern oder zu verkleinern oder seinen Maßstab so zu ändern, daß P den gegebenen Wert annimmt, um den gesuchten Schwingungsvorgang zu erhalten. Die von der Maschine in jeder Schwingung abgegebene Energie ist das Dreieck $P s_m$; das Dreieck $K s_f$ ist die auf das Fundament übertragene Energie; der Unterschied beider Größen oder das Dreieck $K d$ wird in der elastischen Unterlage in Wärme umgewandelt. Hat die Maschine mehrere Freiheitsgrade, so muß man die vorstehende Betrachtung für jeden einzeln durchführen, doch haben wegen der Symmetrie der meisten Maschinen nur wenige Freiheitsgrade Bedeutung.

Für andere Frequenzen läßt sich das Diagramm in gleicher Weise zeichnen, wenn man die entsprechenden Werte aus der Fundamentfunktion entnimmt. Ebenso kann man den Einfluß der Vermehrung der Maschinenmasse oder höherer Weichheit der Unterlage leicht durch wiederholtes Zeichnen des Diagramms untersuchen. Die Aufgabe läßt sich auch rechnerisch lösen, wenn man statt der Vektoren komplexe Zahlen einführt. [A 1478]

Einbau von Ölschaltern für Hochspannung.

In Z. 1922 S. 849 ist ein neuartiger Einbau von Ölschaltern beschrieben, der bei den Unterwerken Würzburg und Schweinfurt des Bayernwerkes zur Ausführung kommen soll. Die Siemens-Schuckert Werke bzw. deren frühere Schwestergesellschaft Siemens Brothers Ltd., London, haben kurz vor dem Kriege für Überseekraftwerke in Buenos Aires (Western Railway) und in Melbourne (Elektrisierung der Vorortbahnen) 20 kV-Ölschalter ähnlicher Anordnung ausgeführt, Abb. 1. Von der veröffentlichten Ausführung weicht die vorliegende insofern ab, als man das Ölgefäß in einen begehbaren Hohlraum eintauchen läßt und auf diese Weise ermöglicht, zur Wartung von Kontakten und Isolatoren im Ölschalterinnern das Gefäß nach unten abzusenken. Den Vorteil besserer Zugänglichkeit des Ölgefäßes aufzugeben, konnte man sich angesichts der zu erwartenden großen Schalterbeanspruchung nach eingehender Überlegung nicht entschließen, weil sonst eine häufigere Nachprüfung des Zustandes der Kontakte zu zeitraubend erschien.

Abb. 1. 20 kV-Ölschalter der Siemens-Schuckert Werke.

Der für Würzburg und Schweinfurt vorgesehene Einbau hat gewisse Nachteile. Es ist z. B. nicht möglich, den Schalter eines Leitungspoles schnell auszuwechseln und einen Ersatzschalter einzuschieben. Zu einer solchen Ausbesserung muß die betreffende Leitung auf mehrere Stunden, vielleicht auch Tage, dem Betrieb entzogen werden. Nun ist wohl zuzugeben, daß ein 100 kV-Schalter bei nicht allzugroßer Beanspruchung weniger Wartung seiner inneren Einrichtungen erfordert als die erwähnten 20 kV-Schalter. Immerhin dürfen die Schwierigkeiten nicht unbeachtet bleiben, die die heute noch immer nicht vollwertigen Schalteröle bringen können, wie z. B. das starke Abscheiden von Teerschlamm, das unter Umständen die innere Schalterisolation bis zum Überschlag herabdrücken kann. Eine Nachprüfung der Inneneinrichtungen der Schalter auf Teerniederschläge erfordert aber bei dem dargestellten Einbau stets die Entziehung des Schalters aus dem Betrieb, d. h. eine Störung der Leitung auf viele Stunden. Bei dem bisher üblichen Einbau läßt sich der Schalter eines Poles in wenigen Minuten aus der Zelle ziehen und ein Ersatzschalter einschieben (wenn ein solcher nicht vorrätig ist, ein Schalter einer nicht gebrauchten Leitung). Außerdem fallen die Hebezeuge im Schaltraum und die durch sie verursachte Behinderung der Hochvoltleitungen fort. [1483]

Charlottenburg. G. Lux.

Das Walchensee- und Bayernwerk.

Von E. Mattern in Potsdam.

(Fortsetzung von S. 6)

Das Einlaufbauwerk bei Urfeld, Abb. 13 bis 21, bezeichnet den Beginn des Stollens durch den Kesselberg. Von entscheidendem Einfluß auf den Betrieb und die Leistungsfähigkeit des Kraftwerks ist die Tiefenlage der Gründung dieses Bauwerks. Wie schon oben bemerkt, ist geplant, den See um 4,60 m abzusenken. Nach dem Ausführungsentwurf liegt die Sohle des Zulaufkanals auf + 791,50 NN, also etwas mehr als 10 m unter Normalwasserstand des Sees (+ 801,79 NN). Dadurch ist eine Absenkung des Sees bis auf 6,60 m bei Entnahme einer Höchstwassermenge von 60 m³/s möglich. Damit ist der Entwicklung des Kraftwerkes bei steigendem Kraftabsatz einiger freier Raum gelassen, hauptsächlich für die Einrichtung von Spitzenbetrieb.

Der Einlauf verengt sich vom See aus trichterförmig und geht von einer Sohlenbreite von 21,20 m bei geböschten Ufern durch windschiefe Flächen zu senkrechter Begrenzung über mit 12,40 m Weite am Schützenabschluß, Abb. 15 bis 21. In diesen Kanal ist ein Feinrechen eingebaut. Hinter dem Stollenanfang ist ein doppelter Verschluß durch Rollschützen in zwei räumlich getrennten Schächten hergestellt. Diese Schützen werden durch Getriebe in einem Aufbau in Geländehöhe bewegt und können bis über Seespiegelhöhe gehoben werden. Hinter der zweiten Rollschütze schließt sich der Übergang zum normalen Stollenquerschnitt an. Das Bauwerk ist auf Fels gegründet und liegt, aus Betonmauerwerk hergestellt, ganz innerhalb des Gesteins. Die Strecke Urfeld-Jachenau ist durch eine Eisenbetonbrücke überführt; dahinter ist der Stolleneinlauf durch eine Eisenbetondecke abgedeckt.

Der Druckstollen durch den Kesselberg. Die Sicherheit der Wasserzuführung von einem großen Wasserspeicher zum Kraftwerk ist ausschlaggebend für den ungestörten Betrieb der Anlage. Bei Einzelwerken, die Überlandnetze mit großem gewerblichem Kraft- und Lichtanschluß versorgen, wird man eine doppelte Sicherheit ungern entbehren. Wo aber mehrere Kraftwerke in ein Netz arbeiten und demnach bei etwaigen Betriebsstörungen gegenseitige Aushilfe möglich ist, wird man mit einer Wasserzuführung eher auskommen können, da eine zweite Leitung die Gesamtbaukosten, zumal bei langer Ausdehnung, sehr bedeutend erhöht und damit beim ersten Ausbau die Einträglichkeit in Frage stellen kann oder wenigstens stark beeinträchtigt. In den Bedingungen des Wettbewerbs war über die Verwendung der Kraft nichts gesagt. Man mußte also mit allen Möglichkeiten rechnen, und wir sehen demgemäß, daß die preisgekrönten Entwürfe übereinstimmend große Vorsorge getroffen hatten durch Planung von zwei, ja drei und vier Druckstollen. Nach der heutigen Zweckbestimmung des Walchenseewerkes im Rahmen eines großen Kraftnetzes, das sich aus einer Reihe von Hoch- und Niederdruck-Wasserkraftanlagen und Dampfkraftwerken zusammensetzt, ist eine so weitgehende Vorsicht aus den angegebenen Gründen nicht mehr geboten.

Die Wasserzuführung durch den Kesselberg besorgt deshalb ein einfacher Druckstollen, Abb. 22. Seine Höhe beträgt

Abb. 13 bis 21.
Das Einlaufbauwerk bei Urfeld.

Abb. 13. Lageplan.

Abb. 15. Querschnitt 7.

Abb. 16. Querschnitt 9.

Abb. 17. Querschnitt 11.

Abb. 14.
Längsschnitt
1 : 600.

Abb. 18.
Querschnitt 13.

Abb. 19.
Querschnitt 15.

Abb. 20.
Querschnitt 16.

Abb. 21.
Querschnitt 17.

Abb. 22.
Querschnitt des Stollens durch den Kesselberg.

Länge	1160,3	m
Gefälle	3	vT
Querschnitt	18,7	m²
Benetzter Umfang	15,65	m
Normale Wassermenge	12,3	m³
Höchste Wassermenge	60,0	m³
Wassergeschwindigkeit	3,2	m/s
Größte Wassergeschwindigkeit	3,76	m/s

Für 1 m Stollenlänge ergeben sich bei Stollenquerschnitt

	in festem Gebirge	in Druckstrecken
Vollausbruch m³	25,5	28,3
Beton . . . m³	6,5	9,6
Verputz . . m³	15,65	15,65

Abb. 23 und 24.
Wasserschloß und Schieberhaus am Ausgang des Druckstollens.

Abb. 23.
Schnitt a—b

Abb. 24.
Grundriß.

4,80 m, die Weite 4,60 m. Die obere Wölbung wird nach einem Kreisbogen ausgeführt. Weitere Einzelangaben enthalten die Erläuterungen zu Abb. 22, s. a. Abb. 3 und 4. Der Scheitel des Stollens ist so tief angeordnet, daß er bei abgesenktem See mit Wasser überdeckt ist.

Der Stollen liegt in Dolomitgestein und wird mit Beton ausgekleidet. Es ist wie beim Wallgau-Stollen eine verschieden dicke Einmantelung für festes Gebirge und Druckstrecken vorgesehen, wobei der Beton unmittelbar an den Fels angestampft wird. Das Gebirge erwies sich beim Ausbruch so standfest, daß die anfänglich vorgenommene Auszimmerung weiterhin unterbleiben konnte. Eine Entwässerung des Stollens ist unter der Sohle angeordnet.

Abb. 25. Übersichtsplan der Kraftgewinnungsanlage am Kochelsee.

Das Wasserschloß, Abb. 23, 24 und Titelbild S. 1. Im Wasserschloß gleichen sich die Druckschwankungen bei ungleichmäßigem Bezug des Betriebwassers aus. Zu diesem Zweck muß das Bauwerk einen hohen Aufbau erhalten. Es ist aus Abb. 23 erkennbar, daß die Stollensohle in Höhe 783,86 einmündet und der normale Wasserspiegel auf 797,90 liegt, während die Übereiche (Überläufe) zur Entlastung auf 806,52 angeordnet sind.

Das Wasserschloß wird am steilen Berghang tief in den Fels eingesprengt, von wo aus ein weiter Blick in das Land sich darbietet. Auf die Wucht der Architektur, s. das Titelbild, ist deswegen mit Recht besonderer Wert gelegt, und das Bauwerk wird aus dem Vorgelände einem schloßartigen Aufbau mit großer Betonung seines Zweckes gleichen. Die innere Länge beträgt 26,5, die innere Breite 17,6 und die nutzbare Höhe 22,5 m. Der zeitweilige hohe Innendruck bedingt nach der Talseite einen staumauerartigen Abschluß. Das Bauwerk hat eine Überdachung in Eisenbeton.

Vom Wasserschloß zweigen die Druckrohre nach dem Krafthause und zur Entleerung in Höhe der Sohle ein Stollen von 3 m² Fläche ab, der am Hange nach dem Jochbach und weiterhin nach dem Kochelsee Vorflut hat. Die Druckrohre werden in einem Schieberhause abgesperrt, das dem Wasserschloß vorgebaut ist. Es wird ein doppelter Verschluß angeordnet, in Aussicht genommen sind Drosselklappen. Westlich neben dem Schieberhaus sind in einem Anbau die Maschinen zum Betrieb einer Seilbahn untergebracht, die eine Verbindung zwischen dem Wasserschloß und dem Kraftwerk am Fuße des Berghanges bildet, während des Baues die Baustoffe fördert und später der Betriebsüberwachung dienen soll.

Die Rohrbahn. In sechs Druckrohren von 2 m Dmr. gelangt das Betriebswasser vom Wasserschloß zum Krafthaus. Die mittlere Länge der Rohrbahn beträgt rd. 430 m, der Höhenunterschied der Rohrlage im Schieberhaus und vor dem Kraftwerk rd. 180 m, Abb. 25 und 26. Die Lagerebene der Rohre ist nach Beseitigung der Überlagerung in den Fels eingesprengt. Die Rohre werden auf Klötzen in je 8 m Entfernung entsprechend der Baulänge der Rohre gelagert. An den Brechpunkten der Leitung sind größere Verankerungsklötze aus Beton zur Aufnahme des Schubes der Rohre angeordnet.

Das Krafthaus. Die Zweckbestimmung des Walchenseewerkes ist nach langen, mehrfach wechselnden Absichten darin gefunden, den Strom an das Bayernwerk und an die Bahnen zu liefern. Hiernach ist der Aufbau des Krafthauses gegliedert. Es wird am Fuße des Berghanges in der Nähe des Kochelsees errichtet, Abb. 25 bis 27, in einer Länge von 105 und einer Breite von 22 m.

Im Maschinenraum werden nach vollem Ausbau vier Francis-Spiralturbinen von je 24 000 PS bei 560 Uml./min und vier Freistrahlräder zu je 18 000 PS bei 250 Uml./min untergebracht. Die gesamte Maschinenleistung für Belastungsspitzen und einschließlich Aushilfe beträgt somit 168 000 PS. Die gewöhnliche Maschinenhöchstleistung ist zu 120 000 PS angenommen. Zunächst werden je zwei Francis- und zwei Freistrahlturbinen eingebaut. Die Aufstellung zweier Turbinenbauarten in einem Krafthaus ist ungewöhnlich, wenn nicht etwa die Vereinigung einer Hoch- und Niederdruckanlage in einem Gebäude dies mit sich bringt (z. B. Talsperren- und Wupper-Elektrizitätswerk Solingen)[1]. Man wollte beim Walchenseewerk auf tunlichst hohe Drehzahl und Leistungsfähigkeit hinaus, um die Anschaffungskosten der Wasserkraft- und elektrischen Maschinen klein zu halten, den Betrieb einfach zu machen und zugleich den verschiedenen Wirtschaftzwecken anzupassen. Solche Überlegungen, Wirkungs- und Kostenberechnungen führten zur Wahl der beiden Turbinenarten. Die Freistrahlturbinen sollen die niedrige Umlaufzahl für die Einphasen-Stromerzeuger des Eisenbahnbetriebes, die Spiralturbinen die hohe Umlaufzahl für die Drehstromerzeuger der Überlandversorgung liefern. Die Anwendung einer Francis-Spiralturbine für ein so hohes Gefäll von rd. 200 m ist neu, aber sie bietet verhältnismäßig kleine Raumbeanspruchung, wirkt also günstig auf die Baukosten des Maschinenhauses. Als Baustoffe sind Stahl und Bronze verwandt.

Mit den Francisturbinen werden Drehstromerzeuger für etwa 6600 V Maschinenspannung und 50 Per./s für die Stromlieferung an das Bayernwerk gekuppelt, mit den Peltonrädern Einphasen-Stromerzeuger mit gleicher Maschinenspannung und 16⅔ Per./s auf wagerechter Welle für den Bahnbetrieb. Jeder Stromerzeuger erhält eine Gleichstrommaschine zur Erregung. Ein Frischluftkanal führt ihnen die Kühlluft zu; die warme Abluft wird durch besondere Kanäle ins Freie geleitet. Dadurch ist zugleich die Beheizung des Krafthauses vorgesehen. Ein Laufkran bestreicht den Maschinenraum. Eine Bühne für die Schaltung der Stromerzeuger und mit Meßgeräten und Regeleinrichtungen wird an einer Längsseite des Hauses untergebracht. Weitere Einzelheiten sind aus den Abbildungen zu ersehen.

In einem besonderen Hause sind die Transformatoren und Schalteinrichtungen für die Fernleitungen untergebracht. Die Maschinenspannung wird hier auf 100 000 V gebracht. Die Verbindungskabel sind in einem Kanal verlegt. Für die allgemeine Einteilung der Räume im Transformatoren- und Schalthaus se auf den Quer-

Abb. 26. Höhenplan der Kraftgewinnungsanlage

[1] Z. 1906 S. 736.

a Druckrohre von 2200 bis 1850 mm Dmr.
b Turbine
c Stromerzeuger
d Betriebsräume
e Frischluftkanal
f Verbindungskabel 6600 V.
g Werkstätte
h Drehstromtransformator
i Drosselspule
k Öl-Kühlanlage
l Ölschalter
m Sammelschienen
n 100000 V-Freileitungen.

Abb. 27. Kraftgewinnungsanlage am Kochelsee.

schnitt, Abb. 27, verwiesen. Neben diesem Gebäude wird das Abspanngerüst errichtet, von wo aus die Hochspannungsfernleitung beginnt.

Der Unterwasserkanal (Abb. 25 und 26). Aus den Turbinen strömt das Betriebswasser nach dem 500 m langen Unterwasserkanal, der in einem bis 14 m tiefen Einschnitt liegt. Die Francisturbinen arbeiten mit Sauggefäll, die Peltonturbinen mit freier Ausströmung. Der Unterkanal hat trapezförmigen Querschnitt mit 6 m Sohlenbreite. Die Böschungen sind bis 0,5 m über dem höchsten Wasserstand in 1:1¾, darüber in 1:1½ Neigung angelegt und bis zur Höhe des niedrigsten Wasserstandes mit Steinbewurf, darüber mit Rasenbelag befestigt.

Der Ausbau der Loisach.

Aus dem Unterkanal gelangen im Höchstfall bis 60 m^3/s zum Kochelsee, dessen 5,9 km^2 große Wasserfläche einen solchen Ausgleich bewirkt, daß seinem Abfluß — der Loisach — nur 20 m^3/s im Höchstfall zufließen werden. Aber auch diese Mehrbelastung würde eine wesentliche Hebung des Wasserstandes herbeiführen, der der Loisachniederung, die sich unterhalb des Kochelsees in einer Fläche von rd. 3,7 km^2 bis Schönmühle, Abb. 2 und 3, ausdehnt, und ihren Kulturen nachteilig werden würde. Deswegen ist beabsichtigt, das Loisachbett durch Verbreitern und Ausbaggern derart auszubauen, daß der bisherige mittlere Sommerwasserstand nicht überschritten wird. Von weiteren in Vorschlag gebrachten Maßnahmen, wodurch etwa 3700 ha verbessert werden, gleichsam Neuland geschaffen und der Hochwasserschuß gefördert werden könnte, ist zunächst abgesehen, da diese Kulturarbeiten als außerhalb des Rahmens des Kraftunternehmens liegend erachtet werden. Jedenfalls bedarf dieser hochbedeutsame Gegenstand zugunsten der Landeskultur einer sorgfältigen Prüfung, da es sich nicht nur um eine Vorflutfrage, sondern auch um die Steigerung der Ertragfähigkeit einer großen Landfläche und um Siedlungsmöglichkeiten handelt.

Weiter unterhalb werden noch eine Reihe von Maßnahmen geplant. Am Schönmühlwehr soll eine große Flußschleife durch einen Stollen abgekürzt und weiter unterhalb das Loisachbett erweitert werden, um schädliche Wirkungen des Mehrwassers zu verhindern, ja eine Senkung der Sommermittelwasser zu erreichen. Von Beuerberg abwärts wird der Mehrabfluß in einem besonderen Kanal der Isar zugeführt werden, so daß die Wasserverhältnisse auf dieser Strecke von Beuerberg bis Wolfratshausen nicht verändert werden. Im Zusammenhang mit diesem Seitenkanal wird eine Kraftanlage bei Puppling erbaut. [1113] (Schluß folgt.)

Verladeeinrichtung für Klärschlamm.

Die Entnahme des sich in Klärbecken absetzenden Schlammes ist bekanntlich eine für den Arbeiter unangenehme und für das Unternehmen kostspielige Arbeit. Die Anwendung maschineller Hilfsmittel wird dadurch erschwert, daß die Klärbecken gewöhnlich große Flächen bedecken. Der Größe dieser Flächen steht eine nur verhältnismäßig geringe Dicke der Schlammschicht gegenüber. Es müssen also von vornherein solche Einrichtungen ausscheiden, deren Wirtschaftlichkeit, bedingt durch die hohen Anlagekosten, an eine große Leistung in der Zeiteinheit gebunden ist. Es wäre wohl an sich möglich, den Schlamm mit dem Greifer zu entnehmen. Aus den angedeuteten Gründen ist jedoch der Greifer als ganz ungeeignet zu bezeichnen, abgesehen davon, daß die klebrigen Schlammmassen bald zu einer vollständigen Verschmutzung und Unbrauchbarmachung des Greifers führen müßten. Aus all diesen Gründen ist denn auch die Schaufelarbeit als für die Schlammhebung geeignetste Arbeitsform angesehen worden

Abb. 1. Verladeeinrichtung für Klärschlamm

Die von Heinzelmann & Sparmberg, Hannover, gebaute selbsttätige Maschine, Abb. 1, die diese Mängel vermeiden soll, besteht aus einer Verladeeinrichtung in Form einer Kratzerkette und zwei auf der unteren, nach beiden Seiten hin verlängerten Umführungsachse sitzenden Schrauben mit einander entgegengesetzter Förderrichtung. Die Aufgabe dieser Schrauben ist doppelt, nämlich einmal die Lösung der Schlammschicht und weiter ihre seitliche Bewegung nach der Kratzerkette hin. Die Kratzerkette schleift in einem nach oben offenen Trog. An den offenen Kratzerkettentrog schließt sich am oberen Ende eine Abwurfhaube an, die die Verbindung mit den Abfuhrfahrzeugen herstellt. Der Schlamm wird in Muldenkipper, Abb. 1 (rechts), eingefüllt und mit diesen abgefahren. Die Kratzerkette mit den Zubringeschrauben wird durch einen Elektromotor angetrieben, der mittels eines sich auf einer Trommel auf- und abwickelnden losen Kabels gespeist wird. Für die Bedienung der Maschine genügt ein Arbeiter, dessen Aufgabe lediglich darin besteht, sie entsprechend dem Abbau der Schlammassen mit Hilfe einer ratschenartig wirkenden Antriebvorrichtung vorzuschieben.

[N 1429] Hubert Hermanns.

Hölzerne Druckrohrleitungen.

Wie „Der Holzbau", Nr. 18, Jahrgang 1922, mitteilt, stellt seit Jahresfrist die Firma Schwarzwälder Holzrohrbauwerke, Freiburg i. Br., hölzerne Wasserleitungen fabrikmäßig her, deren Rohrwand ähnlich wie bei den bekannten ausländischen Leitungen[1]) in Dauben aufgelöst und zur Aufnahme des Innendruckes bewehrt ist. Solche Leitungen sind auch schon für Turbinenanlagen bis zu 12 at Innendruck im Betrieb oder in der Ausführung begriffen. Daneben werden hölzerne Leitungen auch für Trink- und Heilwässer bevorzugt, wo die Kosten für Kupferleitungen zu hoch sind und die Schmackhaftigkeit des Wassers durch Verwendung eiserner Leitungen nicht beeinträchtigt werden soll. In der chemischen Industrie haben sich hölzerne Leitungen gegenüber solchen aus andern Baustoffen als fast unempfindlich gegen Angriff erwiesen. [M 226]

[1]) Z. 1920 S. 814.

CHRONIK 1922

(Fortsetzung von Seite 22.)

Dampf- und Verbrennungs-Kraftanlagen.

Dampfkessel Die geringwertige und vor allem ungleichmäßige Beschaffenheit der Kohle, die zudem außerordentlich und anhaltend im Preise gestiegen ist, hat auch im vergangenen Jahre den Bau der Dampfkessel und besonders der Feuerungsanlagen in hohem Maße beeinflußt. Als wichtigste über die augenblickliche Bedeutung hinausragende Folge der jetzigen Verhältnisse ist hier wie auf anderen Gebieten die enge Fühlungnahme zwischen Betrieb und Gestaltung festzustellen. Mehr als je hat der Entwurf des Konstrukteurs sehr verschiedenartigen Betriebsforderungen zu entsprechen.

Ausbildung und Anwendung der zur Überwachung des Kesselbetriebes dienenden und zur Erzielung dauernd hohen Wirkungsgrades erforderlichen Meßvorrichtungen sind bedeutend gefördert worden. Vorwärmung der Verbrennungsluft, geschlossener Kreislauf des Speisewassers, Steigerung des Kesseldruckes, Vergrößerung der Einheiten bei günstigster Raumausnutzung, Betrachtung des Kessels nur als Einzelteil einer geschlossenen Anlage sind wesentliche Züge des neueren Kesselbaues, während Kohlenstaubfeuerung und Höchstdruck-Dampfkessel verheißungsvolle Ausblicke in die Zukunft geben.

Kolbendampfmaschinen Die Stellung der Kolbendampfmaschine bleibt überall da unerschüttert, wo bei nicht zu großen Leistungen die Abdampfwärme ausgenutzt werden kann. In mehr als hundertjähriger Entwicklung hat die Durchbildung der Dampfmaschine eine Höhe erreicht, die kaum noch zu übertreffen ist. Es muß abgewartet werden, ob die Vorteile der Schmidtschen Höchstdruck-Dampfmaschine[1]) groß genug sind, um die durch das Auftreten der Gleichstrommaschine[2]) geförderte Entwicklung zur normalen Einzylindermaschine hin, die namentlich im Lokomotivbau schon weit vorgeschritten ist, aufzuhalten.

Dampfturbinen Die Kraftkonzentration in neueren Überlandzentralen drängt zu großen Einheiten und zur größtmöglichen Ausnutzung der Baustoffe durch die Grenzleistungsturbine, deren Grundlagen Loschge und Zerkowitz in bedeutsamen Abhandlungen dargestellt haben[3]). Unverkennbar ist auch das Bestreben, durch Überschreitung der Schallgeschwindigkeit in kegeligen oder parallelwandigen Leitvorrichtungen die Stufenzahl zu verringern. Die Bedeutung hoher Luftleere und reinen Kondensats hat — auch hier in Wechselwirkung von Betrieb und Gestaltung — zur Schaffung wertvoller Überwachungsvorrichtungen für die Kondensation geführt. Als bedeutsames Ereignis ist noch das Erscheinen der neuen Auflage des Stodolaschen Buches zu vermerken, dem auch seitens der Dampfturbinen-Praktiker stets mit Spannung entgegengesehen wird. Es ist beachtenswert, daß nunmehr auch in diesem Buch Betriebsfragen behandelt werden.

Im übrigen ist die Stellung der Turbine auf dem Gebiet der Großkrafterzeugung ohne Wettbewerb und verdrängt hier sogar häufig die Großgasmaschine in richtiger Erkenntnis der Tatsache, daß der thermodynamische Wirkungsgrad nur einen Teil des maßgebenden Gesamtwirkungsgrades ausmacht.

Verbrennungskraftmaschinen Im Groß-Gasmaschinenbau hat deshalb die Steigerung der Leistung durch Nachladen an Bedeutung gewonnen, so daß auch hier von Grenzleistungen gesprochen werden kann. Über ein besonders interessantes Ergebnis dieser Richtung ist kurz in Z. 1922 S. 498 berichtet. Steigerung der Zylinderleistung durch Anwendung der Zweitaktwirkung im Groß-Dieselmaschinenbau, Vermeidung des Verdichters im Klein-Dieselmaschinenbau sind als wichtigste Bestrebungen im Ölmaschinenbau anzusehen. Auf diesem Gebiet ist auch — z. T. durch die Frage des Schiffsantriebes angeregt — das Ausland mit besonderer Energie tätig. Aus Nordamerika wird uns über die Inbetriebsetzung einer Verbund-Dieselmaschine[4]), aus England über weitere Versuche mit dem Stillmotor[5]) berichtet.

Bedeutsame, die Gasturbine betreffende Versuche sind im Gange, ohne bei der ungeheuren Schwierigkeit der zu lösenden Aufgabe bisher zu einem festen Ergebnis geführt zu haben.

Wärmespeicher und Abwärmeverwertung Von großer Bedeutung für die Kraft- und Wärmewirtschaft ist die Einführung des Ruths-Speichers[6]), dessen Anwendung den Ausgleich von Wärme- und Kraftschwankungen nicht einzelner Verbrauchs- oder Erzeugungsstellen, sondern ganzer Fabrikanlagen bezweckt. Auch in reinen Kraftbetrieben, in denen z. B. die Grundbelastung durch Gaskraftmaschinen, die Spitzenbelastung durch Dampfturbinen gedeckt wird, ist die Anordnung der Speicher von Vorteil und erspart die Aufstellung großer Gasbehälter, während in Wasser- und Dampfkraftanlagen kostspielige Sammlerbatterien vermieden werden.

Auf der andern Seite ist der Ruths-Speicher auch da am Platz, wo nur Wärmeverbrauchschwankungen auftreten, da er hierbei gleichbleibende Kesselleistung bei bestem Wirkungsgrad ermöglicht. Die vielseitigste Verwendung findet er da, wo Kraft- und Wärmeschwankungen gleichzeitig auftreten.

Für die Entwicklung des Ruths-Speichers in Deutschland ist bemerkenswert, daß im vergangenen Jahre der erste in Deutschland gebaute Speicher im Lauchhammer-Werk aufgestellt worden ist.

Im Bau sämtlicher Kraftmaschinen ist die Verwertung von Zwischen- oder Abwärme von größter Bedeutung geworden und hat namentlich zur weiteren Vervollkommnung der Reglervorrichtungen geführt, soweit die Maschinen in Kupplung mit andern arbeiten. Selbst im Kleingasmaschinenbau wird mit Erfolg die Wärme der Auspuffgase verwertet[7]). Bei der Gleichstromdampfmaschine ist es noch nicht gelungen, in wirtschaftlicher Weise Zwischen- oder Gegendampf zu entnehmen. [M 303] H. Dubbel.

Wasserkraftmaschinen und -anlagen.

Großturbinen für Deutschland Während früher die großen Maschineneinheiten der deutschen Wasserturbinenfabriken alle ins Ausland gingen, können diese heute infolge des großzügigen Wasserkraftausbaues in Süddeutschland auch Turbinen recht hoher Leistung für unser Vaterland selbst bauen. So sind im Jahre 1922 in den Werkstätten von J. M. Voith, Heidenheim a. Br., die vor zwei Jahren die stärkste Freistrahlturbine für das Glomfjordwerk[8]) nach Norwegen lieferten, nun die stärksten Francisturbinen Europas entstanden, und zwar mit 24 000 PS Leistung für das Walchensee-Kraftwerk[9]). Noch größere Einheiten, und zwar von 55 000 PS in einem Laufrad bei 93 m Gefälle sind, von nordamerikanischen Firmen geliefert, im Queenston-Kraftwerk[10]) am Niagara eingebaut worden. Während am Walchensee Doppelspiralturbinen mit wagrechter Welle zur Aufstellung kommen, sind die Niagara-Turbinen einfache Spiralturbinen mit senkrechter Achse. Gleichen Aufbau und ähnliche, zum Teil noch größere äußere Abmessungen haben die für die Kraftwerke Aufkirchen und Eitting der „Mittleren Isar" bei der Firma Fritz Neumeyer A.-G., München, im Bau befindlichen sieben Turbinen, die bei 26 m Nutzgefälle 12 700 PS leisten.

Außer den Turbinen des Walchenseewerkes, für das neben den vier 24 000 PS-Spiralturbinen noch vier Freistrahl-Becherturbinen von je 18 000 PS demnächst abgeliefert werden, sind auch die 14 Turbinen für das Innwerk von je rd. 10 000 PS Größtleistung bei H = 31,5 m Gefäll in der Fertigstellung begriffen. Diese von F. Schichau, Elbing, gebauten großen Turbinen sind Einrad-Stirnkesselturbinen mit fliegend auf die wagerechte Dynamowelle aufgesetztem Laufrad. Der Axialschub wird durch ein Segment-Drucklager aufgenommen.

Von Bedeutung ist auch der in Angriff genommene zweite Ausbau des Murgwerkes, das Schwarzenbachwerk, bei dem das zurzeit größte Gefäll in Deutschland von im Mittel 333 m ausgenützt wird, und dessen Freistrahlturbinen (Drillingturbinen mit 6 Düsen und Ablenkern) von 28 000 PS Höchstleistung dann die stärksten Turbinen Europas werden. Von den vier aufzustellenden Maschinensätzen sind zwei in Auftrag gegeben, und zwar eine Turbine und der zugehörige Stromerzeugung bei J. M. Voith und den Siemens-Schuckert Werken und der zweite Maschinensatz bei Escher, Wyß & Cie., Ravensburg, sowie Brown, Boveri & Cie., Mannheim. Zur Wasserspeicherung werden bei dieser Anlage Kreiselpumpen von ganz riesigen Abmessungen verwendet. Die erste vor der Vergebung stehende Pumpe soll 2 m³/s aus der Rohrleitung des ersten Ausbaues in die Schwarzenbachtalsperre auf eine zwischen 183 und 252 m schwankende Höhe drücken. Sie wird mittels einer elektromagnetischen Kupplung für 9000 PS bei 500 Uml./min von einem der großen Maschinensätze angetrieben. Diese Speicherpumpe dürfte wohl die größte bisher in der Welt ausgeführte Pumpe werden, und auch die Magnetkupplung hat bisher nicht gekannte Abmessungen.

Ausbildung der Kaplanturbine Die Entwicklung der Schnelläufigkeit der Überdruckturbine hängt eng mit der Kaplanturbine[11]) zusammen. Anfang August 1922 fand in Brünn die Bremsung eines Kaplan-Versuchslaufrades von 300 mm Dmr. statt, und der Kaplankonzern hat nunmehr die Ausführungsrechte endgültig übernommen. Er ist seither eifrig an der Arbeit, die Betriebseigenschaften der Kaplanturbine auf Grund weitgehender Versuche zu klären, um mit voller Verantwortung für alle in Betracht kommenden Verhältnisse die geeignetste Bauart vorschlagen zu können. Die Fragen der Geschwindigkeitsregelung durch Verdrehen der Leitrad- und Laufradschaufeln erfordern ein eingehendes Studium, zumal bei diesen sehr schnell laufenden Rädern mit wenig Schaufeln manchmal eine Inkonstanz der Strömung auftritt.

Eng zusammen mit der Kaplanturbine hängt die Ausbildung der Saugrohrform, für die solche Bauarten gefunden werden müssen, die selbst bei beschränktem Raum und ungünstigen örtlichen Verhältnissen einen hohen Saugrohrgewinn gewährleisten. Auch darüber sind Versuche notwendig, die vor allem in den Versuchsanstalten von Voith durchgeführt, aber auch in Hochschulinstituten studiert werden. Gleichzeitig wird versucht, die obere Gefällgrenze für die Kaplanturbine zu bestimmen und weitmöglichst hinauf zu rücken.

Es ist zu verstehen, daß alle diese Fragen noch nicht restlos geklärt werden konnten und der Kaplankonzern sich hütet, Erfahrungen an Anlagen sammeln zu müssen, die in der Versuchsanstalt ohne das große Wagnis und mit geringeren Mitteln an Zeit und Geld besser gewonnen werden können. Ein sehr wertvoller Anfang zur Theorie der Kaplanturbine ist in der in Z. 1922 S. 461 erschienenen Abhandlung von Dr.-Ing. Bauersfeld zu sehen; deren weiterer Ausbau ist anzustreben.

---

1) Z. 1921 S. 663. 2) Z. 1921 S. 492. 3) Z. 1921 S. 239; 1922 S. 533.
4) Archiv für Wärmewirtschaft 1922 S. 95.
5) Archiv für Wärmewirtschaft 1922 S. 170. 6) Z. 1922 S. 509.

7) Z. 1921 S. 400. 8) Z. 1921 S. 707. 9) Z. 1923 S. 1.
10) Z. 1922 S. 1086. 11) Z. 1921 S. 409, 679, 1035.

Weitere Neuerungen Bei kleinen Gefällen mit Turbinen stehender Anordnung, die zum Antrieb von elektrischen Stromerzeugern eine Übersetzung erfordern, sind im verflossenen Jahr statt der bisher stets üblichen Kegelräder einige Anlagen mit Stirnradübersetzung bis zu 1 : 14,6 ausgeführt worden, und es sind solche Einradturbinen mit stehenden Stirnrädergetrieben auch für zwei im Bau begriffene große Kraftanlagen am kanalisierten Neckar vorgesehen.

Der Bau der Banki-Turbine, einer neuen Freistrahlturbine, wurde 1922 auch in Deutschland aufgenommen, und sie wurde für verschiedene, zunächst meist kleinere Anlagen geliefert. An ihrer Vervollkommnung wird noch ernstlich gearbeitet, um sie hinsichtlich des Wirkungsgrades den Becher- und Francis-Turbinen nahe zu bringen.

Das Pöbingsche Regulierverfahren für Wasserkraftanlagen mit getrennten Regulier- und Grundbelastungsturbinen, wobei die letzteren entweder voll beaufschlagt arbeiten oder leer mitlaufen, wird zum erstenmal im Weißmain-Kraftwerk, das im Frühjahr in Betrieb kommt, angewendet. Da aber dort nur Grundbelastungsturbinen (zwei Banki-Turbinen von je 1000 PS bei 118 m Rohgefälle) eingebaut werden, wirkt die Regelung nur als Sicherheitsregler. Ob sich bei einer zweiten Anlage (Schwarzachenwerk) das Verfahren bewähren und besonders der Verteiler von ausreichender Lebensdauer sein wird, dürfte dieser Versuch lehren. [M 298] Oesterlen.

Elektrizitätswerke und -netze.

Stärkste Beanspruchung der Anlagen Im abgelaufenen Jahre standen die öffentlichen Elektrizitätswerke unter dem Zeichen stärkster Anspannung aller verfügbaren Kräfte. Die außergewöhnlichen Schwierigkeiten in der Kapitalbeschaffung und die sich überstürzende Geldentwertung wirkten stark hemmend auf die so notwendige Bautätigkeit ein, so daß sich stellenweise recht unerfreuliche Betriebsverhältnisse herausgebildet haben. Zieht man des weiteren die ungeheure Verteuerung der Kohlen in Betracht, die nunmehr zum ausschlaggebenden Ausgabeposten aller Dampf-Elektrizitätswerke geworden ist, so vermag man nicht ohne Sorge in die Zukunft zu blicken. In solch schweren Zeiten muß sich aller Scharfsinn darauf einstellen, die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätserzeugung zu heben, und viele Kräfte sind erfreulicherweise am Werk, um durch Ausbau von Großkraftwerken sowie durch Verkuppelung der Elektrizitätswerke untereinander dem Gebot der Stunde Rechnung zu tragen.

Die süddeutschen Wasserkraftwerke Süddeutschlands ungünstige Lage zu den Lagerstätten der Kohle und sein Reichtum an ausbaufähigen Wasserkräften haben namentlich Baden und Bayern bewogen, energisch den Ausbau ihrer Wasserkräfte in großzügiger Weise in die Hand zu nehmen[1]). Die bisherige wirtschaftliche Entwicklung gibt denen recht, die ein schnelles Zeitmaß in den Ausbauarbeiten befürworten; denn erstens wird die Kohlenversorgung Süddeutschlands stets unzureichend bleiben, solange die erdrückenden Kohlenmengen an den Feindbund abzuführen sind, und anderseits steigt die Wettbewerbfähigkeit der Wasserkraft gegenüber der Dampfkraft mit den Kohlenpreisen beträchtlich, so daß es voraussichtlich möglich sein wird, alle außergewöhnlichen Verteuerungen durch entsprechend höhere Abschreibungen wett zu machen.

In Bayern sind es besonders die Großkraftunternehmungen Walchenseewerk[2]), Mittlere Isar und Bayernwerk, die auf Grund staatlicher Kredite eine rege Bautätigkeit entfalten. Das Walchenseewerk, das voraussichtlich noch in diesem Jahr in Betrieb genommen wird, ist zu etwa ⅔ fertiggestellt, während das Werk „Mittlere Isar" 50 vH vom ersten Ausbau vollendet hat und 1924 in Betrieb kommen dürfte. Die gemeinsame Jahresleistung beider Kraftwerke wird zu Anfang bereits 500 Mill. kWh betragen. Die 100 kV-Leitungen des Bayernwerkes mit den erforderlichen Umspannwerken sind etwa zur Hälfte fertiggestellt.

Dampfkraftwerke Auch der Ausbau der staatlichen und gemischtwirtschaftlichen Dampfkraftwerke ist wesentlich gefördert worden. So haben die Elektrowerke ihr Werk in Trattendorf um rd. 40 000 kVA und das in Zschornewitz[3]) um rd. 20 000 kVA erweitert. Das letztere Werk hat seine Stromlieferung seit einiger Zeit bis nach Magdeburg ausgedehnt. Der preußische Staat hofft, das Großkraftwerk Hannover im Jahre 1923 mit 50 000 kVA und das Werk in Borken bei Kassel mit 30 000 kVA in Betrieb nehmen zu können. Beide Werke werden durch die 60 kV-Leitung der Edertalsperre verbunden. Ferner haben die staatlichen Elektrizitätswerke in Dresden das Kraftwerk Hirschfelde um 25 000 kW erweitert und zwei neue Umspannwerke (Herlasgrün und Silberstraße) errichtet. Nicht minder rege war die Bautätigkeit bei den großen privaten und kommunalen Werken. Besonders hervorzuheben sind der Auftrag des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes auf zwei weitere Turbodynamos von je 50 000 kW und die Erweiterungsbauten der Rheinelektra bei Mannheim.

Ausbau der Hochspannungsnetze Hand in Hand mit der Steigerung der Leistungsfähigkeit der Kraftwerke fand auch ein Ausbau der Hochspannungsnetze statt. Leitungen für 100 kV wurden im bemerkenswerten Umfang im Versorgungsgebiet des Rheinisch-Westfälischen, des Elektrizitätswerkes Westfalen und des Kraftwerkes Hirschfelde errichtet. Leitungen für 50 000 V wurden für das Westfälische Verbands-Elektrizitätswerk und für das Kommunale Elektrizitätswerk Mark, solche für 40 000 V für das Elektrizitätswerk Schlesien gebaut.

Ein zukunftreiches Feld für die Elektrizitätswirtschaft bildet die Elektrisierung der Fernbahnen[4]). Von den Fernstrecken der Reichsbahn werden von 53 500 km Gesamtstreckenlänge bereits 403 km elektrisch betrieben und 783 km sind im Bau. [M 305] K. Wilkens.

[1]) Z. 1922 S. 1013. [2]) Z. 1923 S. 1 u. f. [3]) Z. 1919 S. 1081 u. f.

Elektrische Maschinen und Geräte.

Verbesserungen an Maschinen und Transformatoren Auf dem Gebiete des Elektromaschinenbaues sind zwar keine grundlegenden Neuerungen zu verzeichnen, aber in der baulichen Ausführung sind wichtige Fortschritte zu erkennen. Insbesondere ist die Lüftung der Motoren weiter entwickelt worden. Zur Verbesserung der magnetischen Eigenschaften der Drehstrommotoren werden diese von den SSW mit offenen Nuten und Verschluß durch lamellierte Spreizkeile ausgeführt. Das Sachsenwerk trennt die Bürsten und Schleifringe vom Anker durch Einschluß dieser Teile in einen vollkommen gekapselten Raum. Die Verwendung von Aluminium für Motoren und Transformatoren ist vollkommen aufgegeben worden. Der beschleunigte Ausbau der Wasserkräfte ließ dem Bau von großen Wasserkraft-Stromerzeugern besondere Aufmerksamkeit zuwenden.

Im Transformatorenbau bürgert sich Hartholz zum Absteifen der Wicklungen immer mehr ein. Dadurch wird die Streuung vermieden, die man bei Verwendung von U-Eisen in Kauf nehmen mußte. Außerdem ermöglicht das voluminöse Holz eine wesentliche Ölersparnis. Für die Durchführungsisolatoren der Großtransformatoren wird in steigendem Maße Hartpapier (Geax; Repelit, Pertinax) verwendet. Die Kurzschlußspannungen der großen Hochvolttransformatoren werden mit Rücksicht auf die Kurzschlußdämpfung zu 7 bis 10 vH gewählt. Für die Bahnbeförderung von Transformatoren bis 100 000 kVA hat die AEG einen Wagen für 130 t Nutzlast entworfen.

Wichtige Arbeit leistete der Verband Deutscher Elektrotechniker durch Aufstellung von Regeln für die Bewertung und Prüfung von elektrischen Maschinen und Transformavoren (REM und RET), die verschärfte Prüfvorschriften vorsehen, so daß die Betriebsicherheit der elektrischen Anlagen wesentlich gewinnen wird. Neben den Quecksilberdampf-Gleichrichtern mit Eisengefäß, deren Leistung in absehbarer Zeit auf 1000 A für einen Zylinder steigen dürfte, treten in neuerer Zeit die Glasgleichrichter hervor, deren Kolbenleistung bei 250 A Stromstärke und 500 V auf 125 kW gestiegen ist.

Bekämpfung des Blindstromes In Auswirkung der cos φ-Tagung der Vereinigung der Elektrizitätswerke[5]) setzte eine lebhafte Entwicklung in der Richtung ein, Maschinen und Geräte zur Hebung des Leistungsfaktors zu schaffen. Es entstanden neue Formen des unter Last anlaufenden Synchronmotors, der Synchron- und der Kollektor-Phasenschieber für Drehstrommotoren. Die Überlegenheit des Kurzschlußmotors gegenüber dem Schleifringmotor hinsichtlich des Leistungsfaktors führte dazu, die Anlaßvorrichtungen für Kurzschlußmotoren zu verbessern, z. B. durch den verbesserten Sterndreieckschalter der SSW und des Sachsenwerkes. Bei dem von Ziehl-Abegg gebauten Kurzschlußmotor sind die Kurzschlußringe bei Anlauf geöffnet; sie werden nach erfolgtem Anlauf durch Fliehkraftkontakte geschlossen. Die gleichen Bestrebungen führten zur Schaffung neuartiger Geräte zum Messen des Leistungsfaktors, der Scheinleistung und der Blindleistung.

Elektrische Wärmeerzeugung Die hohen Brennstoffpreise begünstigten die Verwendung von Wasserkraftstrom zu Heizzwecken. In erster Linie gewinnen die Elektro-Dampfkessel[6]), deren Widerstandsregulierung verbessert wurde, an Bedeutung, ebenso die verschiedenen Formen der Schmelzöfen, besonders in der Ausrüstung mit Silitstäben als Heizwiderständen. Auch die elektrische Schweißtechnik sowohl in der Form der Widerstandschweißung als auch in der Form der Lichtbogenschweißung machte wesentliche Fortschritte. Bei der Widerstandschweißung arbeitet man mit Strömen bis zu 20 000 A. Zu erwähnen sind schließlich noch neue elektrische Lötkolben und die zur Raumbeheizung benutzten Reflektoröfen, die sogenannten Heizsonnen.

Schutz- und Schaltanlagen, Meßgeräte Besonders lebhaft war die Entwicklung auf dem Gebiete der Schutzvorrichtungen. Neben der von Petersen angegebenen, dem Ausgleich des Erdstromes dienenden Nullpunkt-Drosselspule führten sich der Löschtransformator der SSW und die Dissonanzspule von BBC in die Praxis ein. Der Streit darüber, welchem System der Vorrang gebührt, ist noch nicht endgültig entschieden. Daneben wurden neue Einrichtungen für Selektivschutz ausgebildet.

Der Hörnerableiter erfuhr durch eine neuartige Anordnung der Firma Emag, Frankfurt a. M., eine wesentliche Verbesserung in der Weise, daß mit den Hörnern ein Schalter in Reihe liegt, der in dem Ölgefäß der Dämpfungswiderstände untergebracht wird und, durch den Ableiterstrom elektromagnetisch betätigt, den Betriebstrom innerhalb weniger Perioden unterbricht. Zu erwähnen ist ein neuartiger Einbau der Ölschalter in Betongruben, der von BBC in Hochspannungsanlagen angewandt wird. Hierdurch werden die Baukosten wesentlich verringert und die Übersichtlichkeit der Schaltanlagen gefördert.

Die Betriebsicherheit derartiger Anlagen wurde durch Einführung der kurzschlußsicheren Stromwandler erhöht. Für die Spannungsmessung in Höchstspannungsanlagen werden von den SSW Kondensatoreinführungen benutzt, deren Ladestrom ein Maß für die Spannung darstellt. [M 302] M. Zipp.

[4]) Z. 1922 S. 1053. [5]) Z. 1922 S. 94. [6]) Z. 1923 S. 7.

(Forts. folgt.)

RUNDSCHAU.

Dampferzeugung.

Torffeuerung im Kraftwerk Neumünster.

Das Kraftwerk Neumünster in Holstein sah sich nach einem Bericht von Direktor Moritz[1]) infolge unzureichender Versorgung mit Steinkohlen gezwungen, einen Versuch mit Torffeuerung zu machen. Die Stadt Neumünster beteiligte sich mit 45 vH an der Gründung einer G. m. b. H., die das Recht zum Abbau eines rd. 200 ha großen fiskalischen Moores in etwa 20 km Entfernung erwarb. Der Torf wird zunächst mit zwei Baggern mit selbsttätigen Sodenablegern gewonnen, mit Dampflokomotiven auf einer 9 km langen Feldbahn zur nächsten Eisenbahnhaltestelle gebracht und durch Kipper und Becherwerk in die Eisenbahnwagen geladen. Im Kraftwerk wird er durch einen Brecher auf Faustgröße zerkleinert und gelangt durch eigene Schwere über eine selbsttätige Wage zum Kessel.

Um von der Witterung unabhängig zu sein, mußte man beim Kraftwerk ein mindestens für ein halbes Jahr ausreichendes Lager halten. Da durch Steine und dergleichen der Brecher beschädigt werden kann, sind Wage und Schurren so ausgebildet, daß im Notfall auch mit ungebrochenen Soden geheizt werden kann, wobei aber wegen der größeren Lufträume mit einer verminderten Kesselleistung zu rechnen ist. Beim Abnahmeversuch mit dem im Oktober 1921 in Betrieb genommenen Kessel ergaben sich 2,4 kg/kWh mittlerer Verbrauch, 79,9 vH Gesamtwirkungsgrad und 4,5fache Verdampfung bei 12,4 at und 362° Dampftemperatur. Die Dampfleistung konnte leicht bis 33 kg/m² gesteigert werden.

Abb. 1. Rost für Torffeuerung.

Der Wasserrohrkessel hat 400 m² Heizfläche. Der Rost war als Halbgenerator-Treppenrost mit angebauter Schürvorrichtung eingerichtet. Es ergaben sich damit zunächst einige Schwierigkeiten. Bei den verhältnismäßig hohen Temperaturen verbrannten die Roststäbe teilweise, und auch die Schürvorrichtung brannte fest. Eine stärkere Neigung des unteren Rostteiles und verstärkte Roststäbe halfen nicht. Insbesondere war es schwer, die Schlacken zu beseitigen. Am Fuße der drei Rostbahnen wurden deshalb nach einem Vorschlag des Betriebsingenieurs Aeffner alte Feuertüren eingebaut und die Vorrichtung zum Entfernen der Rückstände durch eine Lage Planroststäbe ersetzt, Abb. 1. Unter diesem Rost *a* befindet sich Wasser, das verdunstet und die Schlacke locker hält. Im mittleren Rostteil *b* wurden später ebenfalls Planroststäbe eingebaut, und dieser Teil wurde gegen den oberen *c* so versetzt, daß es möglich ist, ihn von oben zu schüren.

Die Schwierigkeiten wurden auf diese Weise behoben. Die Leistung des Kessels ist nach dem Umbau bei Verfeuern gut getrockneten Maschinenpreßtorfes bis auf 36 kg/m² gesteigert worden. Natürlich sind solche Leistungen nur bei trocknem Torf mit höchstens 20 vH Feuchtigkeit zu erzielen. Lange gelagerter Torf verliert flüchtige Bestandteile und verbrennt anstatt mit langer weißer Flamme, ohne eine nennenswerte Flamme zu entwickeln. Bei ungeeignetem Torf kam es vor, daß der Kessel außer Betrieb gesetzt werden mußte; auch verschmutzt er dann in kürzester Zeit. [R 1440] Fr.

Untersuchung einer Elektro-Kesselanlage.

In der Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins vom 31. Mai 1922 berichtet Dr. Deinlein über die Untersuchung eines von der Widerstands-A.-G. für Elektrowärmetechnik Hannover für die Allgäuer Baumwollspinnerei und Weberei in Blaichach gelieferten Drehstrom-Dampfkessels, der für 1000 kW Leistungsaufnahme und 510 V Spannung gebaut ist. Er ist für 5 at Überdruck bemessen und besteht aus einem liegenden Walzenkessel von 900 mm Dmr. und 3000 mm Länge, der als Wasser- und Dampfbehälter dient. Der Dampf wird durch stehende Flüssigkeitserhitzer von je 100 kW Leistung erzeugt, die zu je fünf an beiden Längsseiten des Kessels angebracht sind und mit ihm unmittelbar durch Querrohre verbunden sind. Die Heizkörper bestehen je aus einem länglichen Porzellangestell, um dessen Längsrippen die aus Chromnickeldraht bestehende Heizspule gewickelt ist. Sie werden unmittelbar vom Wasser umspült; als Isolation der spannungführenden Wassersäule gegen den Eisenmantel dient ein an beiden Enden offenes Tonrohr. Die zehn Flüssigkeitserhitzer bilden zehn Schaltgruppen von je 100 kW. Der Schaltkasten ist durch drei Kupferkabel von je 24 mm² Querschnitt und rd. 200 m Länge mit dem Wasserkraftwerk der Fabrik verbunden. Gewährleistet wurde eine Dampfleistung von 1300 kg/h bei 5 at Überdruck und 93 vH Wirkungsgrad.

Beim Hauptversuch betrug die Leistungsaufnahme bei 532 V Spannung an den Heizkörpern 1050 kW. Erzeugt wurden 1475 kg/h Sattdampf von 5,8 at abs. aus Speisewasser von 65°. Der wärmetechnische Wirkungsgrad betrug also 97 vH, der Abkühlungsverlust 30 kW bei 26° C Raumtemperatur. Ein Teillastversuch ergab bei 431 kW Leistungsaufnahme 580 kg/h Dampferzeugung bei 63° Speisewassertemperatur und 5,8 at abs. Dampfdruck. Der Wirkungsgrad, der nur von der Güte des Wärmeschutzes abhängig ist, betrug 93 vH, der Abkühlungsverlust bei 25° Raumtemperatur 29 kW. Die Stromaufnahme war sehr gleichmäßig, der Dampf wurde bei ruhigem Wasserstand erzeugt, und der Isolationswiderstand war zufriedenstellend.

Seit der Abnahmeprüfung (Mai 1921) ist der Kessel, abgesehen von zwei vierwöchigen Unterbrechungen, fast ständig in Betrieb gewesen. Er wurde in der Regel von ungefähr 5 bis 7 Uhr morgens und von nachmittags 5 Uhr bis abends 11 Uhr eingeschaltet. Während 1700 Betriebstunden wurden insgesamt 1200 t Dampf erzeugt. Nach elfmonatiger Betriebzeit waren bei Öffnung des Kessels die Heizdrähte und die Wände der Isolierrohre sowie des Hauptkessels frei von Ablagerungen. Nur auf dem Boden des Kessels und der Rohre fand man feinen Schlamm, der mit gewöhnlichen Bürsten entfernt werden konnte. Allerdings wurde der Kessel ständig mit gereinigtem Wasser gespeist. Vom elektrischen Teil ist zu erwähnen, daß eine Anschlußklemme verschmorte. Die Chromnickeldrähte hatten durch die hohen Temperaturen nicht gelitten. Die Benutzung des Elektrokessels ergab bei den Kohlenpreisen vom Mai 1922 300 bis 350 ℳ/h Kohlenersparnis. Nach seiner Dampfleistung ersetzt er einen gewöhnlichen, mit Brennstoff geheizten Dampfkessel von etwa 70 m² Heizfläche. Er wird bei 70° Speisewassertemperatur binnen 35 min auf vollen Betriebsdruck gebracht. [M 261] Sd.

Kraftfahrzeuge.

Teeröl für Wagenmotoren.

Bei der Verwendung von höher siedenden Teerölen an Stelle von Benzin und Benzol im Kraftwagenbetrieb sind in der Hauptsache Schwierigkeiten der Vergasung und Zündung zu überwinden. Nachfolgende Betriebsergebnisse von Versuchen, die sich über neun Monate mit mehr als 18 000 km Fahrleistung verschiedener Kraftwagen der Stadt Wiesbaden erstrecken, zeigen die praktische Anwendbarkeit neuerer Verfahren.

Die Versuche wurden 1920 durch Einbau der Semmlerschen Heißkühlung der Wärmekraftgesellschaft Wiesbaden in einem 5 t-Benzwagen begonnen. Das Verfahren[1]) besteht darin, daß Brennstoffe mit Siedegrenzen bis 300°, durch die Abgase hoch vorgewärmt, in einem mit Wasser geheizten Pallas-Vergaser zerstäubt werden und das Kühlwasser annähernd auf Siedetemperatur erhalten wird. Zu diesem Zweck vermindert man die Menge des umlaufenden Wassers, so daß in den Zylindermänteln ein Dampf-Wasser-Gemisch entsteht; der Dampf wird im Kühler niedergeschlagen, während das davon getrennte heiße Wasser mit dem Kondensat den Zylinderkühlmänteln wieder zugeführt wird. Die schon von Anfang an befriedigenden Versuche sind seit März 1922 mit solchem Erfolg durchgeführt worden, daß jetzt drei 5 t-Lastwagen dauernd mit Teeröl laufen. Wesentlich sind hierbei möglichst heiße Zylinderwandungen, gute Vorwärmung von Brennstoff und Gemisch sowie zuverlässige Zündung; am besten wäre vielleicht die Doppelzündung, da die Kerzen bei Unachtsamkeit leicht verölen, aber auch Einrichtungen, womit man verölte Kerzen schnell erkennt, haben sich gut bewährt. Beim Anlassen führt man dem Vergaser über einen Dreiweghahn aus einem Hilfsbehälter Benzol zu und stellt, wenn der Motor nach einigen Minuten gut warm ist, auf Teeröl um. Aber auch dann läßt sich der Betrieb mit Teeröl allein nicht immer

[1]) Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke Mai 1922.

[1]) Vergl. Z. 1919 S. 1181, 1922 S. 388.

durchführen, wenn innerhalb der Stadt die Geschwindigkeit oft geändert werden muß oder die Wagen in wechselndem Gelände fahren und der Fahrer den Vergaser bei Leerlauf nicht ganz abstellt, so daß kalte Öldämpfe in die ungenügend erwärmten Zylinder gesaugt werden. Wird nämlich dann der Motor wieder mit Teeröl allein angestellt, so versagen die Zündungen entweder ganz oder die Verbrennung ist bei weniger als 70° Kühlwassertemperatur so ungenügend, daß bedenkliche Rauchbildung und damit großer Ölverbrauch eintritt. Wir haben daher nach einigen Betriebsmonaten parallel zum Hauptvergaser einen kleinen Schlee-Vergaser geschaltet, der nur mit Benzol gespeist wird und zum Teil auch dann in Betrieb bleibt, wenn der Teerölvergaser voll arbeitet. Allerdings steigt dann der Benzolverbrauch, besonders wenn der Fahrer unachtsam und bequem ist.

Wir haben ferner den Maroger-Zünder geprüft; an der Einbaustelle der Zündkerzen werden Köpfe mit Saugventilchen aufgeschraubt, die aus einem kleinen Benzolvergaser mit Benzolgasen gespeist werden; unterhalb dieser Ventile werden die Zündkerzen in die Gaskanäle der Zylinder eingeschraubt. Dadurch soll erreicht werden, daß zunächst die leicht brennbaren Benzoldämpfe und durch deren Stichflamme erst die Teerölgase entzündet werden. Dieser Gedanke ist zweifellos gut, hat aber bei der Ausführung als Zusatz zur Semmler-Heißkühlung keine Ersparnis im Ölverbrauch gebracht, sondern nur die Handhabung etwas vereinfacht. Eine ähnliche Einrichtung der Thermokrat-Rohölzünder-Gesellschaft in Mannheim soll auch Ersparnisse im Ölverbrauch bringen; im Berliner Omnibusbetrieb werden zur Zeit damit aussichtsreiche Versuche gemacht, und auch ein Wagen in Wiesbaden soll jetzt damit ausgerüstet werden.

In Wiesbaden haben wir die Zylinder nach je 2000 km Wegleistung nachgesehen, aber darin noch keine schädlichen oder den Betrieb störenden Ölabscheidungen festgestellt; der Schmierölverbrauch ist normal. Kann man also die Betriebsschwierigkeiten, die allerdings eine aufmerksamere Behandlung als beim Leichtölbetrieb bedingen, als praktisch überwunden ansehen, so ist das Ergebnis eine bedeutende Ersparnis. Selbst wenn man die Proben der Monate März bis November 1922, in denen nacheinander drei 5 t-Benzwagen umgebaut wurden, mitrechnet, haben wir für diese Wagen im Mittel für je 100 km Fahrt 24 l-Benzol und 75 l Teeröl ausgegeben, während die gleichen Wagen bei ähnlicher Beschäftigung (schwere Fuhren meist mit Anhängern in bergigem Gelände) 82 bis 84 l Benzol verbrauchten. Bei kaltem Wetter scheint der Benzolverbrauch höher zu sein. Wenn man die Versuche ausscheidet, lassen die letzten Betriebsmonate erkennen, daß man bei warmem Wetter mit 12 bis 15 vH Benzolanteil rechnen kann, und daß dieser bei Kälte über 20 vH steigt; dabei ist der Gesamtverbrauch (Benzol + Teeröl) um 6 bis 12 vH höher als bei reinem Benzolbetrieb. Da das Teeröl ⅕ bis ⅓ von Benzol kostet, so beträgt die Ersparnis an Brennstoffkosten 50 bis 70 vH.

Die Wärmekraftgesellschaft empfiehlt besonders Phenolöl aus der Urteergewinnung, wofür man früher keine besondere Verwendung wußte. In Wiesbaden verwenden wir meist ein Rückstandöl der Benzolgewinnung im Gaswerk. Aus dem nach dem Bamag-Verfahren aus dem Gas ausgewaschenen Leichtöl wird durch Destillation das Benzol-Xylol-Toluol-Gemisch gewonnen, während ein Ölgemisch zurückbleibt, dessen Siedegrenzen zwischen 120 und 300° liegen; diesen Rückstand konnte man im Sommer auch dann verwenden, wenn sein Naphthalingehalt bis 20 vH betrug. Mit Petroleum und Gasöl haben wir keine Versuche gemacht, da diese Brennstoffe aus dem Ausland eingeführt werden müssen. [M 269]

Wiesbaden. Berlit.

Heizung und Lüftung.

Luftreinigung und Luftbefeuchtung.

Statt einzelne Heizkörper ohne weitere Führung der Luft für die Heizung großer Fabriksäle aufzustellen, zieht man es immer mehr vor, die in einer Sammelheizung oder auch in einzelnen Heizkörpern erhitzte Luft mit Hilfe von Gebläsen den Stellen zuzuführen, die zunächst erwärmt werden sollen. Die Zufuhr erfolgt meist dicht über dem Fußboden, und der warmen Luft wird durch geeignete Form der Austrittöffnungen eine zweckmäßige Richtung gegeben. Anlagen dieser Art wurden früher beschrieben [1]). Zwei Punkte erfordern aber häufig noch besondere Einrichtungen: die Luftbefeuchtung und die Entstaubung. Unabhängig von der Heizung eingebaute Wasserzerstäuber wirken häufig nur recht unvollkommen, wenn der für starkes Verdunsten des Wassers und gleichmäßiges Verteilen der Feuchtigkeit erforderliche Luftwechsel fehlt.

[1]) Z. 1920 S. 370.

Abb. 2 u. 3 Wagerechter Luftbefeuchtungsapparat von Carl Wiesner.

Abb. 3. Einbau der Streudüse.

Abb. 4 u. 5. Delbag-Gliederband-Luftfilter.

Bei den Befeuchtungsanlagen der MAN strömt die nach dem eben erwähnten Verfahren erwärmte Luft zunächst durch eine Luftverteilkammer, die zwei Gruppen von Streudüsen enthält. Die eine dient zum Befeuchten der Luft im Winter und ist an eine Dampfleitung angeschlossen. In die andre Düsengruppe wird dagegen im Sommer Wasser mittels einer Tauchkolbenpumpe unter 6 bis 8 at gedrückt. Das fein zerteilte Wasser verdunstet rasch, bindet hierbei große Wärmemengen und kühlt die zugeführte Luft merklich ab. Diese Luftkühlung beseitigt daher die durch die Arbeitsmaschinen erzeugte Erwärmung und damit auch die verhältnismäßig hohe Trockenheit der Luft.

Eine Düse, die die Feuchtigkeit gut verteilt, baut die Maschinenfabrik Carl Wiesner in Görlitz nach Abb. 2 und 3. Die Streudüse ist in ein wagerechtes Rohr eingebaut, saugt durch das senkrecht abgeschnittene Ende des wagerechten Rohres bei *a*, in das also kein Staub und Schmutz hineinfallen kann, die Luft an und drückt sie über einen als Tropfenfang dienenden Teller wagerecht nach allen Seiten hinaus. Die Düse wird in allen Betriebspausen selbsttätig durch ein Nadelventil geschlossen, so daß sie nicht verschmutzen kann und dauernd gleich wirksam bleibt. Der Kraftbedarf wird mit 0,1 PS für jede Düse angegeben. Diese Düsen lassen sich auch an die Austrittstutzen von Druckluftheizungen anschließen, wenn die Heizluft dauernd oder zeitweilig angefeuchtet werden muß.

Zum Entstauben der Luft, wofür man früher fast ausschließlich Tuchfilter verwendet hat, kann man nach Angabe der Deutschen Luftfilter-Baugesellschaft G. m. b. H. in Berlin auch in Textilfabriken die Delbag-Filter [2]) benutzen. Es hat sich gezeigt, daß der Textilstaub an und für sich so viel Öl enthält, daß auf besonderes Befeuchten der Filterringe mit Öl verzichtet werden kann. Auf dem Gliederbandfilter, Abb. 4 und 5, setzt sich der Staub wie ein dicker Wattebelag von 4 bis 5 cm fest und kann abends wie eine Haut abgezogen werden. Der Filterwiderstand beginnt mit 6 bis 8 mm W.-S. und steigt bei 4 bis 5 cm dickem Belag auf 15 W.-S. Die Reinigung der Filterflächen ist jedesmal nach etwa 2 bis 3 Tagen erforderlich. Infolge der weitgehenden Reinigung kann man die Raumluft nach Zusatz von Frischluft bei einem Überdruck von 2 bis 3 mm W.-S. erhalten, falls sich der Arbeitsraum ausreichend dicht abschließen läßt. Abb. 6 und 7 zeigen ein Delbag-Filterhaus für Textilfabriken mit zwei sogenannten Quadratzyklonen. Die Luft tritt zunächst seitlich

[2]) Vergl. Z. 1921 S. 1366.

Abb. 6 u. 7. Delbag-Filterhaus für Textilfabriken. Leistung 70000 m³/h.

Abb. 8 und 9. Baumwollförderanlage der MAN mit Druckluftbetrieb.

in den unteren Raum ein, wobei ein großer Teil des Staubes in den Ecken und hinter den eingebauten Prellflächen liegenbleibt, dann durch das wagerechte Vorfilter *a* und schließlich durch die Gliederfilter *b* ins Freie.

Von der Entstaubung durch Zyklone nur unwesentlich verschieden ist schließlich die Druckluftförderung von Baumwolle nach der Ausführung der MAN, Abb. 8 und 9. Der Ventilator saugt die Baumwolle von einem Fadenöffner *a* und einer Mischmaschine *b* ab und bläst sie in einen Abscheider *c*, aus dem sie in den Öffner *d* fällt. In die Druckleitung ist ein Reinigungskasten *e* eingebaut, worin die Baumwolle von Sand und anderen Fremdkörpern befreit wird. Derartige Anlagen können auch zum Fördern von Baumwolle von den Batteuren nach den Mischkammern dienen. Sie werden der größeren Betriebsicherheit und der besseren Mischung der Baumwolle wegen den mechanischen Fördereinrichtungen vorgezogen. Auch in Flachs-, Hanf- und Jutespinnereien dienen solche Anlagen zum Absaugen und Fördern der Abfälle von Schwingmaschinen, Schüttelmaschinen, Karden usw.

[R 1458] Fr.

Nahrungsmittelindustrie.

Neuartiges Trockenverfahren.

Seit einigen Jahren führt die Metallbank und Metallurgische Gesellschaft, Frankfurt a. M., insbesondere für Milch und andre leicht verderbliche Flüssigkeiten Trockenanlagen aus, die nach einem von dem Münchener Ingenieur Dr. G. A. Krause erfundenen Verfahren (D. R. P. 297 388) arbeiten. Dieses Verfahren macht sich die Vorteile der üblichen Lufttrocknung insofern zunutze, als dabei das Trockengut nur mit der heißen Luft in Berührung kommt und daher weder metallischen Beigeschmack durch die Berührung mit den Wänden des Trockenraumes erhalten noch örtlich überhitzt und dadurch beeinträchtigt werden kann. Auf der andern Seite vermeidet das Verfahren die lange Dauer und den verhältnismäßig hohen Wärmeverbrauch der bekannten Lufttrockenverfahren dadurch, daß das Trockengut in den Trockenraum flüssig eingebracht und darin äußerst fein verteilt wird, wodurch es der Trockenluft eine sehr große Oberfläche aussetzt und daher seinen Wassergehalt sehr schnell abgibt.

Den Hauptteil der in einem Turm von rd. 10 m Dmr. eingeschlossenen Trockenvorrichtung bildet eine schnell umlaufende Scheibe, auf deren Mitte das Trockengut aufgebracht wird. Diese zerteilt die Flüssigkeit in einen Nebel von 0,005 bis 0,03 mm Tropfengröße, der mit großer Geschwindigkeit gegen die Wandung des Trockenraumes getrieben und auf diesem Weg der auf 150 °C erwärmten filtrierten Trockenluft ausgesetzt wird, die ein Ventilator durch den Trockenraum saugt. Die Flüssigkeit trocknet hierbei so schnell, daß z. B. vernebelte Milch in der Form von feinem Pulver zu Boden fällt oder von dem Luftstrom mitgenommen und in Filteranlagen zurückgehalten wird, bevor die Tröpfchen überhaupt die Wandung erreichen. Da die Umfangsgeschwindigkeit der Zerstäuberscheibe rd. 160 m/s beträgt, so kann man berechnen, daß der eigentliche Trockenvorgang nicht länger als rd. $^1/_{50}$ s dauert.

Darauf gründen sich der Erfolg dieses Trockenverfahrens, die große Leistungsfähigkeit eines solchen Trockners und seine Wirtschaftlichkeit in bezug auf den Wärmeverbrauch. Die Stadt Frankfurt a. M. bezieht seit einiger Zeit aus einer Anlage in Kappeln, nahe der deutsch-dänischen Grenze, täglich mehrere tausend Liter Milch in getrockneter Form, die dann aufgelöst und an die Bevölkerung verteilt wird und sich von der Frischmilch selbst durch einen geübten Fachmann nur schwer unterscheiden lassen soll. Anlagen dieser Art sind heute auch bereits in Holland, der Schweiz und Italien im Betrieb. Ferner wird in München und Chicago nach dem gleichen Verfahren Blut getrocknet, und in neuerer Zeit wird das Verfahren in steigendem Maß auch von der chemischen Großindustrie, z. B. zum Herstellen von Seifen und Gelatinepulver, angewendet. (Zeitschrift für angewandte Chemie 29. September 1922.) [M 263]

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU

Rückblick auf das Jahr 1922.

Während des ganzen Jahres 1922 wurde nicht nur die wirtschaftliche Entwicklung Deutschlands, sondern darüber hinaus das Weltwirtschaftsleben in hohem Maße durch die ungelöste Wiedergutmachungsfrage beherrscht. Der Beginn des Jahres 1922 hatte unter dem Zeichen der Konferenz in Cannes gestanden, welche die unerfüllbaren Wiedergutmachungsforderungen des Vertrages von Versailles und des Londoner Zahlungsplanes vom Mai 1921 aufheben und die deutschen Wiedergutmachungsverpflichtungen für das laufende Jahr in einer für die deutsche Wirtschaft tragbaren Größe festlegen sollte, um dadurch gleichzeitig eine Stabilisierung der deutschen Wirtschaft zu ermöglichen. Infolge einer französischen Kabinettskrise — Rücktritt Briands und Ernennung Poincarés zum Ministerpräsidenten — mußte diese Konferenz ergebnislos abgebrochen werden. Seitdem hat die französische Regierung jeder grundlegenden Änderung der Wiedergutmachungsbestimmungen heftigen Widerstand entgegengestellt. Zwar wurden Mitte März von der Wiedergutmachungskommission die von Deutschland im Jahre 1922 durchzuführenden Leistungen auf 720 Mill. Goldmark in bar und 1450 Mill. Goldmark in Sachleistungen festgesetzt, eine Regelung, die gegenüber dem Londoner Zahlungsplan eine Ermäßigung der monatlich durchzuführenden Leistungen um 50 Mill. Goldmark bedeutete. Gleichzeitig wurde Deutschland ein Zahlungsaufschub bis zum 31. Mai gewährt. Auf Frankreichs Drängen hin wurde das Inkrafttreten dieser Regelung jedoch an eine Reihe von Bedingungen geknüpft, die einen erheblichen Eingriff in die deutsche Finanzhoheit darstellten. Die von der Wiedergutmachungskommission vor allem geforderte Begrenzung der schwebenden Schuld Deutschlands auf den Stand vom 31. März 1922, die durch Gewährung einer äußeren Anleihe ermöglicht werden sollte, konnte nicht durchgeführt werden. Denn einerseits blieben die Versuche Deutschlands, im Ausland, insbesondere in England, eine Anleihe aufzunehmen, erfolglos, anderseits erklärte die von der Wiedergutmachungskommission nach Paris einberufene „Studienkommission für die internationale Anleihe", der erste Bankfachleute Deutschlands, Belgiens, Englands, Frankreichs, Hollands, Italiens und der Vereinigten Staaten angehörten, eine nennenswerte Kreditgewährung an Deutschland für unmöglich, solange die Wiedergutmachungsfrage nicht eine endgültige Lösung gefunden habe, die der Leistungsfähigkeit Deutschlands Rechnung trage.

Der jähe Sturz des Markwertes nach der Ermordung Rathenaus führte zu einem Wechsel in der bis dahin von der deutschen Regierung gegenüber der Entente vertretenen Stellungnahme. Eine weitere Durchführung der unbedingten Erfüllungspolitik, durch welche die Entente zur Aufgabe ihrer übermäßigen Forderungen veranlaßt werden sollte, wurde als unmöglich erkannt und das Wort „erst Brot, dann Reparationen" als Grundlage der künftigen deutschen Politik bezeichnet. In diesem Sinne beantragte die deutsche Regierung Mitte Juli bei der Wiedergutmachungskommission Befreiung von allen während des Kalenderjahres 1922 sowie der Jahre 1923 und 1924 fälligen Barzahlungen; gleichzeitig wurde gebeten, auch die übrigen Lasten aus dem Friedensvertrag, insbesondere die Ausgleichzahlungen, in anderer Weise als bisher zu regeln. Diesen Antrag beantwortete Frankreich zunächst mit der Verhängung unzulässiger „Retorsionsmaßnahmen", um damit einen Druck auf Deutschland in der Frage der Ausgleichzahlungen auszuüben. Schließlich wurde der deutschen Regierung jedoch Befreiung von den Ausgleichzahlungen bis zum Juli 1923 zugebilligt. Eine Entscheidung über die etwaige Stundung der Wiedergutmachungsleistungen in den Jahren 1923 und 1924 lehnte die Wiedergutmachungskommission vorerst ab. Dagegen wurde Deutschland das Recht zugestanden, an Stelle der im Jahre 1922 noch fälligen Barzahlungen, die ausschließlich an Belgien zu leisten gewesen wären, der belgischen Regierung Schatzwechsel auszustellen, die binnen sechs Monaten in Gold zahlbar sein sollten. Der deutschen Regierung wurde die Annahme dieser Entscheidung dadurch ermöglicht, daß die Bank von England einen Betrag von 100 Mill. Goldmark zur Verfügung stellte und für etwa zwei Drittel des von Deutschland an Belgien zu zahlenden Betrages eine Verlängerung um 18 Monate bewilligte.

Als dann trotz dieser Regelung der Sturz des Markwertes immer bedenklichere Formen annahm, wuchs im In- und Ausland die Erkenntnis, daß ohne eine Stabilisierung der Mark, ohne eine endgültige Regelung der Wiedergutmachungsfrage das deutsche Wirtschaftsleben und damit die Weltwirtschaft nicht in geordnete Bahnen geleitet werden könne. Eine Reihe ausländischer Finanzsachverständiger, die einer Einladung der deutschen Regierung folgend im November in Berlin tagten, hat das Ergebnis ihrer Beratungen in mehreren Gutachten zusammengefaßt, in denen verschiedene Maßnahmen für die Stabilisierung der Mark vorgeschlagen wurden und als Grundbedingung die Befreiung Deutschlands von allen Leistungen aus dem Friedensvertrag auf die Dauer von mindestens zwei Jahren gefordert wurde. Auf Grund dieser Gutachten beantragte die deutsche Regierung bei der Wiedergutmachungskommission Befreiung Deutschlands von allen Leistungen für drei bis vier Jahre und Gewährung eines Kredits von mindestens 500 Mill. Goldmark; ihrerseits wollte die deutsche Regierung bei Gewährung dieser Forderungen einen gleich hohen Betrag zur Verfügung stellen und innerpolitische Maßnahmen zur Gesundung des Staatshaushaltes und zur Stabilisierung der Mark treffen. An diese Vorschläge des Kabinetts Wirth, denen von der neuen Regierung Cuno zugestimmt wurde, knüpfte der Reichskanzler in einem Schreiben an den englischen Ministerpräsidenten Bonar Law weitere Vorschläge an. Die deutsche Regierung verpflichtete sich, falls ihr eine Auslandanleihe von 3 Milliarden Goldmark gewährt würde, eine Inlandanleihe in gleicher Höhe aufzubringen, die zur Hälfte den Wiedergutmachungszwecken, zur Hälfte der Markstabilisierung zugute kommen solle; während die Auslandanleihe ausschließlich für die Wiedergutmachung Verwendung finden würde. Als Sicherheit für die Verzinsung sollten die Goldausfuhrzölle zur Verfügung gestellt werden. Diese Vorschläge wurden von den Ministerpräsidenten Belgiens, Englands, Frankreichs und Italiens, die Anfang Dezember in London zusammentraten, als nicht befriedigend bezeichnet. Im übrigen wurde die Konferenz, da die starken Gegensätze zwischen der englischen und der französischen Auffassung nicht überbrückt werden konnten, nach zweitägigen Verhandlungen vertagt, ohne zu einem Ergebnis geführt zu haben.

Ende Dezember ist die Welt in Erwartung einer neuen Zusammenkunft der genannten Ministerpräsidenten, die Anfang Januar zur Beratung der Wiedergutmachungsfrage in Paris stattfinden soll. Unmittelbar vor dem Ausdrucken dieses Heftes läuft die Nachricht ein, daß diese Konferenz, die seit dem 2. Januar tagte, ergebnislos abgebrochen ist. Mit anderen Worten: Wir stehen in der Wiedergutmachungsfrage am Ende des Jahres 1922 genau an dem gleichen Punkt wie zu Jahresanfang. Trotz unzähliger Konferenzen, trotz zahlreicher Gutachten und Denkschriften konnte keine endgültige, durchführbare Lösung des Problems herbeigeführt werden. Unter diesen Umständen konnte auch in dem vierten Jahr, nachdem Deutschland die Waffen niedergelegt hat, der erhoffte Gesundungsprozeß des deutschen Wirtschaftslebens nicht einsetzen; vielmehr hat der Verfall der deutschen Wirtschaft, wie weiter unten des näheren berichtet wird, erschreckende Fortschritte gemacht. Lediglich gewisse theoretische Erfolge sind in der Wiedergutmachungsfrage für Deutschland zu verzeichnen, indem die Erkenntnis, daß es auf dem bisher beschrittenen Wege nicht weiter geht, im Ausland ständig an Boden gewinnt. So haben Mitte Dezember die englischen Handelskammern eine Entschließung angenommen, welche die Gewährung eines Zahlungsaufschubes und einer internationalen Anleihe für Deutschland, die endgültige Regelung der Wiedergutmachungsfrage und die schnellste Zurückziehung der Besatzungstruppen als unbedingt erforderlich bezeichnet. Bonar Law tritt lebhaft für eine wesentliche Herabsetzung der deutschen Verpflichtungen ein und erhebt ebenso energisch Widerspruch gegen die von Frankreich gewünschte militärische oder auch „friedliche" Besetzung des Ruhrgebietes durch Zollbeamte, Ingenieure usw. Die englische Regierung ist ferner bereit, gegebenenfalls auf einen Teil ihrer Forderungen gegenüber den Alliierten und Deutschland zu verzichten, wenn hierdurch eine befriedigende Lösung der Wiedergutmachungsfrage möglich ist. Belgien und Italien sind ebenfalls geneigt, einer Minderung der deutschen Wiedergutmachungsverpflichtungen zuzustimmen. Ganz besondere Aufmerksamkeit wenden die Bank- und Handelskreise der Vereinigten Staaten bereits seit längerer Zeit der Wiedergutmachungsfrage, und zwar im Zusammenhang mit der zukünftigen Gestaltung der europäisch-amerikanischen Handelsbeziehungen, zu. Neuerdings scheint auch die Regierung der Vereinigten Staaten bereit zu sein, sich an der Lösung der Frage zu beteiligen. Sowohl die Regierung als auch die privaten Bankkreise fordern aber als Vorbedingung für größere Geldkredite an Deutschland und an die übrigen europäischen Länder, daß die Ententestaaten ihre Sanktionspolitik gegenüber Deutschland aufgeben und eine wirklich von Deutschland erfüllbare Regelung der Wiedergutmachungsfrage anzunehmen bereit sind. Leider ist aber Frankreich einer solchen Politik zurzeit noch wenig geneigt. Zwar scheint Poincaré, veranlaßt durch den heftigen Widerspruch der übrigen Ententeregierungen, seine Absicht, als Garantie für ein Moratorium das Ruhrgebiet militärisch zu besetzen, aufgegeben zu haben, dagegen hält er zunächst noch an der sogenannten „friedlichen" Durchdringung des Ruhrgebietes fest und ist entschlossen, gegebenenfalls in diesem Sinne auch ohne die Verbündeten vorzugehen. Des weiteren fordert Poincaré die Überlassung der Erträge der staatlichen Bergwerke und Domänen sowie die Überlassung von Anteilen an den deutschen Industrieunternehmungen. Natürlich lehnt die französische Regierung auch eine Räumung des besetzten Gebietes vor Ablauf der im Friedensvertrag vorgesehenen Frist ab, dringt vielmehr auf Grund der „Verfehlungen" Deutschlands auf eine Verlängerung der Besetzungsdauer. (Eine solche „Verfehlung" ist seitens der Wiedergutmachungskommission Ende Dezember bezüglich der Holzlieferungen an Frankreich festgestellt worden; sie soll den Vorwand für neue Zwangsmaßnahmen geben.) Angesichts dieser Stellungnahme Frankreichs, die nunmehr zur Ergebnislosigkeit der Pariser Konferenz geführt hat, muß Deutschland seine Hoffnungen auf Besserung auf ein recht bescheidenes Maß einstellen.

Auch in der Frage der Sachleistungen stößt Deutschland vor allem bei Frankreich auf Widerstand. Von den Sachleistungen in Höhe von 1450 Millionen Goldmark, die Deutschland im Jahre 1922 ausführen sollte, waren 950 Millionen für Frankreich, der Rest für die übrigen Ententestaaten bestimmt. Während der letztgenannte Betrag, soweit sich bisher übersehen läßt, von den beteiligten Staaten ziemlich restlos bezogen worden ist, hat Frankreich bisher nur für wenige Millionen Franken Lieferungen angefordert. Dies ist um so bemerkenswerter, als im Verkehr mit Frankreich seit Mitte Juli auf Grund des Wiesbadener Abkommens mit seinen verschiedenen Zusatzabkommen der freie Sachleistungsverkehr in Kraft getreten ist. Im Verkehr mit Belgien und Portugal ist seit Mitte Oktober auf Grund ähnlicher Abkommen ebenfalls der freie Sachleistungsverkehr eingeführt. Ziemlich umfangreiche Sachleistungen, insbesondere an industriellen Erzeugnissen, sind nach Südslawien erfolgt. Neuerdings hat die südslawische Regierung, welche im Gegensatz zu der Mehrzahl der anderen früher feindlichen Staaten noch

immer nicht auf die Beschlagnahme deutschen Privateigentums verzichtet hat, die Anregung gegeben, das Beschlagnahmerecht durch erhöhte deutsche Sachlieferungen abzulösen.

Mit Polen, das heute neben Frankreich unser erbittertster Gegner ist, konnte im Juli ein Abkommen geschlossen werden, durch welches einige wichtige Streitpunkte aus dem Wege geräumt wurden. Die seit Anfang September in Dresden stattfindenden deutsch-polnischen Verhandlungen über die Frage der Liquidation des deutschen Eigentums in Polen, über die Regelung der gegenseitigen Entschädigungsansprüche und über den Abschluß eines Wirtschaftsabkommens haben bisher jedoch noch zu keinem Ergebnis geführt. Dagegen haben Wirtschaftsverhandlungen mit Litauen und der Tschechoslowakei einen befriedigenden Abschluß gefunden. Mit Spanien hat Deutschland, nachdem das bisherige „Modus vivendi-Abkommen“ am 20. Dezember abgelaufen ist, Ende Dezember ein neues, zunächst kurzfristiges Abkommen getroffen, auf Grund dessen Deutschland den spanischen Erzeugnissen das Meistbegünstigungsrecht gewährt und die deutschen Waren bei der Einfuhr in Spanien ebenfalls eine bevorzugte Verzollung erfahren. An dieses Abkommen anknüpfend will man über den Abschluß eines Handelsvertrages zwischen beiden Staaten verhandeln. Ganz besonders erfreulich haben sich die deutschen Beziehungen zu Sowjet-Rußland entwickelt. Während die Konferenz in Genua, auf der von allen beteiligten Staaten Maßnahmen zum Wiederaufbau der europäischen Wirtschaft beraten wurden, im allgemeinen ergebnislos verlaufen ist, konnte Deutschland, das an dieser Konferenz zum ersten Male wieder als ein den übrigen Ländern gleichberechtigter Partner teilnahm, einen wesentlichen Erfolg buchen, indem es bei dieser Gelegenheit mit Rußland den Vertrag von Rapallo abschloß, auf Grund dessen beide Staaten die diplomatischen und Handelsbeziehungen in vollem Umfange wieder aufnahmen und sich gegenseitig die Meistbegünstigung zusicherten. Auf der Grundlage dieses Abkommens ist kürzlich der Vertrag zwischen dem Otto-Wolff-Konzern und der Sowjetregierung sowie der Vertrag zwischen der Sowjetregierung und der Fried. Krupp A.-G. zustande gekommen. Der letztgenannte Vertrag gesteht dem deutschen Unternehmen die Konzession zum landwirtschaftlichen Betrieb auf einer Fläche von über 100 000 ha zu und ermöglicht dadurch einerseits die Ausfuhr großer Getreidemengen aus Rußland nach Deutschland, anderseits die Einfuhr deutscher landwirtschaftlicher Maschinen nach Rußland.

Der Niedergang des deutschen Wirtschaftslebens, die Verelendung der deutschen Bevölkerung hat, wie bereits erwähnt wurde, unter dem Druck der Wirkungen des Friedensvertrages im verflossenen Jahr erschreckende Fortschritte gemacht. Die Entwertung der deutschen Valuta und rückwirkend die zunehmende Teuerung, die geradezu sprunghafte Steigerung aller Warenpreise, kennzeichnen den Leidensweg, den das deutsche Volk in diesem vierten „Friedensjahr“ gehen mußte. Bei Jahresbeginn hatte der Dollar an der Berliner Börse einen Wert von etwa 170 M, nachdem er kurz vorher im November 1921 zum erstenmal einen Stand von 300 M erreicht hatte. Allmählich stieg der Dollar bis Ende März abermals auf 300 M und hielt sich dann mit nur geringfügigen Schwankungen auf dieser Höhe bis zur Ermordung Rathenaus im Juni. Nunmehr erfolgte eine steile Aufwärtsentwicklung, bis Ende August ein Wert von 2000 M erreicht war. Die Hoffnung auf eine gute Lösung der Wiedergutmachungsfrage ließ den Dollar im Laufe des Monats September wieder auf 1500 M fallen. Anfang Oktober begann eine neue Aufwärtsbewegung; Mitte Oktober wurde der Wert von 3000, wenige Tage später der Wert von 4000 M überschritten. Anfang November setzte sich diese Aufwärtsbewegung in immer stürmischerem Tempo fort; am 8. November erreichte der Dollar mit 9150 M seinen bisher höchsten Stand. Die nächsten Wochen brachten unter heftigen Schwankungen eine leichte Besserung des Markwertes; Ende Dezember wurde der Dollar an der Berliner Börse mit etwa 7500 M notiert.

Der Einfluß, den der Niedergang der deutschen Valuta auf die Gestaltung der Warenpreise ausübte, ist aus der nachstehenden Zahlentafel ersichtlich, welche die Entwicklung der Preise für Ruhr-Fettförderkohle, Hämatit und Stabeisen zeigt. Die Preise der übrigen Waren haben eine ähnliche Entwicklung genommen, wie aus der Konjunkturtafel (S. 47) hervorgeht. Die öffentlichen Verkehrsanstalten, die Reichsbahn und die Reichspost, sahen sich zu immer neuen Tariferhöhungen genötigt. Im letzten Halbjahr traten etwa allmonatlich Tarifsteigerungen um durchschnittlich 100 vH in Kraft.

1922	Ruhr-Fettförderkohle frei Grube M/t[1])	Hämatit frei Oberhausen M/t[2])	Stabeisen (Thomas-Handelsgüte) frei Oberhausen M/t[3])
1. Januar	405,10	3 891	5 030
1. Februar	468,10	3 979	5 550
1. März	601,70	4 744	7 050
1. April	713,20	6 264	9 810
1. Mai	907,50	6 435	9 810
1. Juni	907,50	6 724	10 640
1. Juli	1 208,00	8 265	11 470
1. August	1 513,00	11 317[4])	19 470[4])
1. September	4 105,00	29 784	44 150
1. Oktober	5 055,00	32 278	49 545
1. November	8 114,00	83 994	132 000
1. Dezember	22 763,00	174 460	243 300

[1]) Amtliche Höchstpreise einschl. Kohlen- und Umsatzsteuer.
[2]) Höchstpreise des Eisenwirtschaftsbundes.
[3]) Richtpreise des Deutschen Stahlbundes.
[4]) In den Monaten August und September wurden dreimal, in den Monaten Oktober bis Dezember viermal neue Preise festgesetzt.

Die Lebenshaltungskosten (Aufwendung für Ernährung, Beleuchtung, Wohnung und Bekleidung) betrugen nach der Indexzahl des Statistischen Reichsamtes im Dezember 1922 das 685fache der Zeit vor dem Kriege. Der Großhandelsindex, der im Januar 1922 das 100fache des Friedensstandes betragen hatte, ist bis Ende Dezember auf das 1439fache gestiegen. Die Verteuerung der Lebenshaltung machte sprunghafte Steigerungen der Gehälter und Löhne erforderlich. Erfreulicherweise wurden die entsprechenden Tarifverhandlungen im allgemeinen auf friedlichem Wege zum Abschluß gebracht, so daß größere Ausstände oder Aussperrungen sich vermeiden ließen. Der Umfang der Geldentwertung wird durch die notwendig gewordenen Neustaffelungen der Reichseinkommensteuer besonders deutlich beleuchtet. Während zu Beginn des Jahres 1922 der Steuersatz von 10 vH für Einkommen bis zu 50 000 M galt, wurde dieser Satz im Juli auf Einkommen bis zu 100 000 M und Ende Dezember auf Einkommen bis zu 400 000 M für das Kalenderjahr 1922 und bis zu 1 Mill. M für das Kalenderjahr 1923 ausgedehnt.

Die Entwicklung der Tarifsätze der Ausfuhrabgabe bietet gleichfalls ein Kennzeichen für die Gestaltung der deutschen Wirtschaftslage. Nachdem im November 1921 für eine große Zahl von Ausfuhrwaren eine Erhöhung der bis dahin bestehenden Sätze um 40 vH erfolgt war, trat im Frühjahr 1922 für eine ganze Reihe von Erzeugnissen, z. B. für Maschinen, eine wesentliche Herabsetzung der Tarife, teilweise sogar eine völlige Aufhebung der Ausfuhrabgabe in Kraft. Die fortschreitende Geldentwertung führte dann Anfang September zu einer Neuregelung, die für die meisten Waren eine Tarifsteigerung um 60 vH, für Waren, die überwiegend aus ausländischen Rohstoffen bestehen, um 30 vH brachte. Diese Erhöhungen sind Ende Dezember durch eine Verordnung des Reichswirtschaftsministers und des Reichsfinanzministers mit Rücksicht auf die inzwischen erfolgte wesentliche Steigerung aller Warenpreise, durch welche die Ausfuhr deutscher Erzeugnisse überaus erschwert ist, mit Wirkung vom 10. Januar 1923 wieder aufgehoben worden.

Zur Vervollständigung des Bildes mögen noch einige Zahlen aus dem Reichshaushalt dienen, die vor allem beweisen, daß ohne grundlegende Änderung der Wiedergutmachungsverpflichtungen eine Gesundung der deutschen Wirtschaft undenkbar ist. Während nach der im Frühjahr 1922 erfolgten Berechnung die Ausgaben des ordentlichen Haupthaushalts der allgemeinen Reichsverwaltung für 1922 mit 99 Milliarden Mark veranschlagt waren, mußte die Regierung infolge der Geldentwertung gegen Ende des Jahres 343 Milliarden Mark für fortdauernde und einmalige Ausgaben des ordentlichen Haushalts nachfordern, so daß die Gesamtausgabenhöhe sich gegenwärtig auf 442 Milliarden Mark beläuft. Die Einnahmen des ordentlichen Haushalts waren zunächst auf 115,5 Milliarden Mark geschätzt. Die ersten Monate des Haushaltjahres brachten bei etwa gleichbleibender Höhe der Ausgaben eine erfreuliche Steigerung der Einnahmen, so daß unter Hinzuziehung des Ertrages der Zwangsanleihe auf einen Überschuß von 75 Milliarden Mark — d. h. bei dem damaligen Dollarstand von rd. 300 M rd. 1 Milliarde Goldmark — zugunsten der Wiedergutmachung gerechnet werden konnte. Infolge der wirtschaftlichen Entwicklung der nächsten Monate wird allenfalls das Gleichgewicht des ordentlichen Haushalts, jedoch unter Fortfall aller Überschüsse, erzielt werden können. In den Haushalt zur Ausführung des Friedensvertrages mußten infolge der Geldentwertung 613,5 Milliarden Mark eingesetzt werden, das sind rd. 350 Milliarden Mark mehr, als im Mai 1921 zur Erfüllung des Londoner Zahlungsplanes erforderlich gewesen wären. Unter diesen Umständen hat sich die schwebende Schuld des Reiches von 272 Milliarden Mark am 31. März 1922 auf 880,9 Milliarden Mark am 2. Dezember erhöht. Der ordentliche Haushalt der allgemeinen Reichsverwaltung für 1923 hält nach den bisherigen Berechnungen in Einnahmen und Ausgaben das Gleichgewicht mit 731,9 Milliarden Mark. Der Gesamtanleihebedarf des Reiches für 1923 wird unter Vernachlässigung der Wiedergutmachungsverpflichtungen auf 721,6 Milliarden Mark geschätzt, von denen nur 99 6 Milliarden durch die Zwangsanleihe gedeckt werden, während der Rest von 622 Milliarden Mark zunächst ungedeckt ist. Werden für Wiedergutmachungszwecke die gleichen Beträge wie im Jahre 1922 zugrunde gelegt, so würde sich ein Gesamtfehlbetrag von 1027,7 Milliarden Mark ergeben.

In einem noch weit größeren Ausmaß als in Deutschland ist die Zerrüttung des Wirtschaftslebens in Deutsch-Österreich fortgeschritten. Nachdem der Dollar an der Wiener Börse gegenüber einer Friedensparität von 4,95 Kr Ende Dezember 1921 bereits einen Stand von rd. 5300 Kr erreicht hatte, wurde der Dollar Mitte Juni mit rd. 15 000, Mitte August mit 75 500 und Ende Oktober sogar mit rd. 100 000 Kr notiert. In den letzten beiden Monaten trat ein Rückgang des Dollarwertes auf etwa 70 000 Kr und damit gleichzeitig ein, wenn zunächst auch nur geringfügiger, Abbau der für die Bevölkerung bereits unerschwinglich gewordenen Warenpreise ein, nachdem Deutsch-Österreich endlich die lang versprochenen Auslandkredite seitens des Völkerbundes bewilligt worden waren. Gleichwohl muß der zukünftigen Entwicklung Deutsch-Österreichs nach wie vor mit größter Besorgnis entgegengesehen werden, da das Land bisher kaum ausfuhrfähig ist und anderseits auch Geldmittel zum Bezug der notwendigsten industriellen Rohstoffe sowie Lebensmittel kaum aufzubringen vermag.

Deutsche Konjunkturtafel.

In Fortführung unseres Versuches in Z. 1922 S. 1108 bringen wir diesmal auch die Tafel der Verhältniswerte in logarithmischer Darstellung. Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf unsere s. Zt. gemachten Ausführungen. Die folgende Tafel veranschaulicht also die verhältnismäßigen Änderungen der einzelnen Preise gegenüber dem Werte vor dem Kriege. — Dem Verlauf der einzelnen Preislinien nach hat im Monat Dezember eine gewisse Stabilisierung der Werte stattgefunden. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, daß auch erhebliche Wertschwankungen bei den hohen Zahlen verhältnismäßig gering erscheinen, daß anderseits gegen Jahresschluß meist eine rückläufige Konjunktur einzusetzen pflegt, die in diesem Falle noch durch besondere Hoffnungen auf die Einsicht des Feindbundes unterstützt wurde. In die Betrachtung sind eingezogen:

Kohle: vergl. Z. 1922 S. 20. **Eisen:** Thomas-Stabeisen, Richtpreis (Werkpreis) des Deutschen Stahlbundes, Düsseldorf, auf der Frachtgrundlage Oberhausen, M/t; Hämatit, Höchstpreis des Eisenwirtschaftsbundes, Frachtgrundlage Oberhausen, M/t. **Zement:** vergl. Z. 1922 S. 20. **Baumwolle:** vergl. Z. 1922 S. 20. **Kupfer:** vergl. Z. 1922 S. 20, jedoch M/kg. **Dollar:** vergl. Z. 1922 S. 20. **Aktienkennzahl:** vergl. Z. 1922 S. 20. **Lebenshaltungskennzahl:** vergl. Z. 1922 S. 20. **Großhandelskennzahl:** Monatsdurchschnittszahl des Statistischen Reichsamtes aus sieben Warengruppen, und zwar 1) Getreide und Kartoffeln; 2) Fette, Zucker, Fleisch, Fisch; 3) Kolonialwaren, Hopfen; 4) Häute und Leder; 5) Textilien; 6) Metalle und Petroleum; 7) Kohle und Eisen.

Letzte Werte:

Ruhr-Fettstückkohle vom 1. Dez. an	30 104 M/t	Baumwolle am 4. Jan.	5 390 M/kg
Stabeisen vom 20. Dez. an	270 000 M/t	Dollar am 4. Jan.	8 025 M/$
Hämatit vom 24. Dez. an	166 775 M/t	Aktienkennzahl am 29. Dez.	511 835
Kupfer am 4. Jan.	2 680 M/kg		

BÜCHERSCHAU

e Schlüsselzahl, mit der die angegebene Grundzahl (G. Z.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 600).

mische Untersuchungsmethoden für Eisenhütten und Nebenbetriebe. on A. Vita, Ing.-Chemiker. 2. Aufl. Berlin 1922, Julius Springer. 7 S. mit 34 Abb.

Das Buch ist in erster Linie für den in der Praxis tätigen Fachn bestimmt. Es enthält sich daher der theoretischen Erörterungen r streift sie nur dort, wo es sich um neu aufgenommene oder verzelte Verfahren handelt. Bei der Auswahl der Verfahren ist vor m der Gesichtspunkt maßgebend gewesen, daß sie sich in der Praxis ährt haben. Die als zweckmäßig anerkannte Einteilung der ersten lage ist beibehalten worden. Neben den Untersuchungsverfahren für , Zuschläge, Roheisen, Stahl und Schlacken werden auch die für ereierzeugnisse, Gase, Wasser, ferner für Schmiermittel und Nicht-n-Metalle gebührend behandelt. Die bis jetzt veröffentlichten Arbeiten des Chemikerausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute sind im vollen Umfange berücksichtigt worden.

Die Darlegungen beginnen mit einer kurz gefaßten Abhandlung über die Probenahme von Kohlen, Koks, Erzen, Schlacken, Hochofen-Nebenerzeugnissen, Roheisen, Ferrolegierungen, Stahl, Zuschlägen, Steinmaterialien, Nebenerzeugnissen der Kokereien, Gasen und Lagermetallen. Es folgen dann ausführlichere Abschnitte, die sich mit der chemischen Untersuchung dieser Stoffe befassen. Von den neu aufgenommenen Verfahren für die Untersuchung von Eisen und Stahl verdienen besondere Erwähnung die Schwefelbestimmung durch Verbrennung im Sauerstoffstrome, die, verbunden mit gleichzeitiger Kohlenstoffbestimmung, in wenigen Minuten auszuführen ist; ferner die Sauerstoffbestimmung nach der verbesserten Arbeitsweise von Oberhoffer und die

Bestimmung der Gase nach dem Extraktionsverfahren von Goerens und Paket und dem Lösungsverfahren des Verfassers. Eine dankenswerte Ergänzung haben auch die Kapitel über die Untersuchung der Kohlen, der Kokereierzeugnisse, des gereinigten Kesselspeisewassers und der Lager- und Weißmetalle erfahren.

Die mitgeteilten Verfahren und ihre Beschreibung sind durchweg durchaus zweckentsprechend. Bei der Manganbestimmung nach dem Volhard-Wolffschen Verfahren dürfte es sich aber empfehlen, den Mangantiter versuchsmäßig zu ermitteln, da die Bedingung, für die der theoretische Wert 0,2952 Gültigkeit hat (Zinkoxydüberschuß gleich null!), schwierig einzuhalten ist. Auch sollte man bei der Ausführung dieses Verfahrens für Roheisen den in Säure unlöslichen Rückstand abscheiden, um den Einfluß etwa sich bildender Kohlenwasserstoffe auf Permanganat auszuschalten.

Die Ausstattung ist musterhaft. Das Buch kann zur weitesten Verbreitung nur dringend empfohlen werden, um so mehr, als der Name des Verfassers für seine Zuverlässigkeit und seinen Wert bürgt.

[1436] Dipl.-Ing. C. Holthaus.

Dampf- und Gasturbinen. Mit einem Anhang über die Aussichten der Wärmekraftmaschinen. Von Professor Dr. phil. Dr.-Ing. A. Stodola. Fünfte Auflage. Berlin 1922, Julius Springer. XIV und 1111 Seiten. Mit 1104 Abbildungen und 12 Tafeln.

Die von der technischen Welt seit Jahren mit Spannung erwartete Neuauflage dieses klassischen Werkes, dessen letzte vor 12 Jahren erschienene Auflage längst vergriffen ist, bringt eine derartige Fülle von neuem Material, daß sein Umfang fast auf das Doppelte angewachsen ist. Mit vollem Recht empfiehlt der Verfasser seinen Lesern, daß sie von dem Inhalt, besonders soweit es sich um schwierigere mathematische Ableitungen handelt, nur soviel in sich aufnehmen, als sie aus eigener Kraft verstehen und mit Sicherheit handhaben können. Glücklicherweise umfaßt das Werk alle Fragen des Dampfturbinenbaues in solcher Vollständigkeit, daß jeder Fachmann, sei er Theoretiker, Konstrukteur oder Betriebsingenieur, darin alles finden wird, was in sein besonderes Arbeitsgebiet fällt.

Die Einteilung des Stoffes ist im wesentlichen dieselbe wie bei der vierten Auflage; jedoch ist kein Abschnitt unverändert geblieben; bei einzelnen machte sich eine völlige Umarbeitung nötig, so beim Abschnitt Schiffsturbinen. Hier ist es vor allem die Turbine mit Zahnradübersetzung, die der Verfasser ihrer gegenwärtigen Bedeutung entsprechend ausführlich behandelt und deren Einführung bei Leistungen von mehr als 10 000 PS er als einen der größten technischen Fortschritte der Neuzeit preist. Der Abschnitt über Gasturbinen ist stark erweitert; die Holzwarth-Turbine und die Stauber-Turbine, deren Erprobung unmittelbar bevorsteht, werden eingehend besprochen. Im theoretischen Teil ist besonders der Abschnitt über die strömende Bewegung des Dampfes beträchtlich erweitert worden. Neu aufgenommen sind die Erscheinungen der Turbulenz, die Prandtlsche Grenzschichtentheorie, die Ausdehnung in schräg abgeschnittenen Düsen u. a. Über die zahlreichen Versuche, die in den letzten 12 Jahren eine Reihe von Forschern, angeregt durch die Versuche von Josse-Christlein, zur Klärung der vielumstrittenen Frage der Düsen- und Schaufelverluste angestellt hat, berichtet der Verfasser besonders eingehend. Die vielen Widersprüche zwischen den einzelnen Forschungsergebnissen beweisen, welche Schwierigkeiten bei derartigen wissenschaftlichen Messungen zu überwinden sind, und daß noch viele Versuche ausgeführt werden müssen, ehe eine völlige Klarheit und Eindeutigkeit der Ergebnisse festgestellt werden kann. Ein besonderer Abschnitt wird der schwierigen Frage des unterkühlten Dampfes gewidmet; zu begrüßen ist die neue Entropietafel, die der Verfasser hierfür entworfen und dem Buche beigelegt hat. Den Betriebsingenieur werden besonders die Abschnitte über Betriebserfahrungen interessieren. Hier werden alle Umstände, die eine Verschlechterung des Dampfverbrauches und der Betriebsicherheit verursachen, wie Schaufelabnutzung, Verrostung, Anfressung und deren Ursache sowie die Mittel zur Abhilfe, ferner die an Dampfturbinenanlagen auftretenden Unfälle und Zerstörungen besprochen. Gute Dienste werden auch die in England als Norm anerkannten Berichtigungsziffern des Dampf- und Wärmeverbrauches leisten; allerdings darf nicht außer Acht gelassen werden, daß es allgemein gültige Umrechnungswerte, namentlich für den Einfluß der Luftleere, nicht geben kann, da sie für jede Turbinenbauart, ja für jedes Turbinenmodell verschieden sind. Der Abschnitt über die Turbinenbauarten bringt eine große Anzahl von Neukonstruktionen, die ein gutes Bild über die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte geben. Neu hinzugekommen ist eine sehr schöne von Zoelly herrührende Lösung des Problems der Turbinenlokomotive. Der Abschnitt über Oberflächenkondensation ist völlig umgearbeitet.

Wollte man alle Neuheiten, die das Werk bringt, einzeln aufführen, so müßte man eigentlich das ganze Inhaltsverzeichnis abschreiben; es mögen deshalb die im vorstehenden aufgeführten genügen. Niemand wird das Buch aus der Hand legen, ohne dem Verfasser für die beim Lesen verbrachten Stunden ungetrübten Genusses zu danken.

[1145] Dr.-Ing. Georg Forner.

Hermann v. Helmholtz' Schriften zur Erkenntnistheorie. Von P. Hertz und M. Schlick. Berlin 1921, Julius Springer. 175 S.

Teubners Technische Leitfäden. Bd. 2. **Darstellende Geometrie.** Von M. Grossmann. Leipzig und Berlin 1922, B. G. Teubner. 81 Seiten mit 134 Abb.

Die Integralgleichungen und ihre Anwendungen in der mathematischen Physik. Vorlesungen von Dr. phil. Dr.-Ing. Prof. A. Kneser. 2. Aufl. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn, Akt.-Ges. 292 S. Preis geh. G. Z. 6, geb. 7.75.

Hütte, Hilfstafeln zur Verwandlung von echten Brüchen in Dezima[l]brüche, Zerlegung der Zahlen bis 10 000 in Primfaktoren. Vom Ak[a]demischen Verein Hütte E. V. 3. Aufl. Berlin 1922, Wilhelm Ernst [&] Sohn. 83 S. Preis G. Z. 2.

Die Tafeln sind besonders verwendbar für die Ermittlung gee[ig]neter Zähnezahlen für Räderübersetzungen, und dementsprechend w[ar] auch der Titel der ersten beiden Auflagen anders; auch die den Te[xt] bildenden Beispiele sind der Anwendung auf das begrenzte Gebiet d[er] Räderübersetzungen gewidmet. Die Tafeln werden aber auch ganz al[l]gemein für Bruch- und Zahlenrechnungen von Vorteil sein.

Technische Schwingungslehre. Von Dipl.-Ing. Dr. W. Hort. 2. Au[fl.] Berlin 1922, Julius Springer. 828 S. mit 423 Abb. Preis geb. G. Z. [...]

Die Grundwasserströme bei Leipzig und ihre kommunale und industriel[le] Verwertung. Von Dr.-Ing. G. Thiem. München und Berlin 19[..], R. Oldenbourg.

Handbuch für Eisenbetonbau. Von Dr.-Ing. F. Emperger. 3. Au[fl.] I. Band: Entwicklungsgeschichte, Versuche und Theorie des Eise[n]betons. Bearbeitet von M. Foerster, O. Graf, M. Thullie, A. Klei[n]logel, E. Richter, A. Berrer, J. Melan. Berlin 1921, Wilhelm Ernst [&] Sohn. 800 S. mit 1076 Abb. und 1 Tafel.

Sonderabdruck aus dem „Gesundheits-Ingenieur" 1922 Heft 41.

Entwürfe, Berechnungen und statische Untersuchungen von Tiefbaute[n]. Von Ingenieur K. Eidmann. Berlin 1923, Willy Geißler. 10 Taf[eln] mit Erläuterungen. Preis G. Z. 4.

Die Mappe enthält 10 Entwürfe von Tiefbauten, Durchlässen, We[g]unterführung, Brücken, Stützmauern, Kanalschleusen, ihre Berechnung und statische Untersuchungen. Jedem Entwurfe sind die wichtigst[en] Konstruktionsteile als Einzelaustragungen im größeren Maßstab b[ei]gegeben.

Graphische Thermodynamik und Berechnen der Verbrennungsmaschin[en] und Turbinen. Von M. Seiliger. Berlin 1922, Julius Spring[er]. 250 S. mit 71 Abb., 2 Tafeln und 14 Zahlentafeln. Preis G. Z. 6.4.

Maschinenelemente. Von H. Krause. 4. Aufl. Berlin 1922, Jul[ius] Springer. 323 S. mit 392 Abb.

Maschinenbau und graphische Darstellung. Von Dipl.-Ing. [...] Leuckert und Dipl.-Ing. H. W. Hiller. 2. Aufl. Berlin 19[..], Julius Springer. 90 S. mit 72 Abb. und 2 Tafeln. Preis G. Z. 1.[..]

Hebezeuge. Von Dipl.-Ing. H. Wettich. 3. Aufl., bearbeitet v[on] Dipl.-Ing. Studienrat E. Götz. Leipzig 1922, Dr. Max Jänec[ke]. 417 S. mit 421 Abb.

Der Wegebau. Von Dipl.-Ing. Dr. e. h. A. Birk. II. Teil: Der Eise[nbahn]bau. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1922, Franz Deuticke. 392 Se[iten] mit 284 Abb.

Handbuch der Flugzeugkunde. Von F. Wagenführ. Band [...] Aerodynamik. Von Prof. Dr. R. Fuchs und Prof. Dr. [...] Hopf. Berlin 1922, Richard Carl Schmidt & Co. 466 S. mit 285 A[bb.]

Bibliothek der gesamten Technik. Bd. 286 (156). **Schiffbau.** Von P[rof.] Dr. H. Herner. 3. Aufl. Leipzig 1922, Dr. Max Jänecke. 21[..] mit 175 Abb. und 5 Tafeln.

Sammlung Göschen. Bd. 197. **Elektrotechnik, Einführung in die Sta[rk]stromtechnik.** Von Prof. J. Herrmann. II. Teil: **Die Glei[ch]stromtechnik.** 4. Aufl. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wiss[en]schaftlicher Verleger. 124 S. mit 121 Abb. und 16 Tafeln.

Elektrische Installation für Licht und Kraft. Von Dipl.-Ing. P. Ste[...] Herausgegeben vom Lit. Büro der Siemens-Schuckert Werke aus V[er]anlassung des 75jährigen Bestehens des Stammhauses Siemensst[adt] b. Berlin.

Enthält eine planmäßige Zusammenfassung alles dessen, was [der] Installateur, der Monteur und der Betriebsleiter von den Eigenscha[ften] und der Behandlungsweise elektrischer Installationen wissen muß. [...] Inhalt stützt sich auf die auf diesem Gebiet seitens der Firma ges[am]melten jahrzehntelangen Erfahrungen.

Sammlung Göschen. **Elektrische Öfen.** Von Prof. Dr.-Ing. O. Mey[er]. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verle[ger]. 133 Seiten mit 83 Abb.

Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur. Reihe 1: Arbeiten aus dem H[eiz-] und Lüftungsfach. Von Dr. techn. K. Brabée. München und Be[rlin] 1922, R. Oldenbourg. Beiheft 15: **Die praktischen und wissenschaftlic[hen] Grundlagen der Wärmeverlustberechnung in der Heizungstechnik.** [...] Wierz. Beiheft 16: **Verfahren zur Untersuchung eiserner Dauerbr[and]öfen.** Von Brandstäter. Beiheft 17: **Untersuchungen über [...]bachfeuerungen.** Von Brabbée.

Die Praxis der Papierfabrikation. Von Fabrikdirektor Prof. M. Sc[hu]bert. 3. Aufl. von Prof. Dr.-Ing. e. h. E. Müller. Berlin [...] M. Krayn. 483 S. mit 176 Abb. und einer Tafel.

Deutsche Propaganda. Die Lehre von der Propaganda als prakti[sche] Gesellschaftslehre. Von Prof. Dr. J. Plenge. Bremen 1922, Au[s]sachsen-Verlag, G. m. b. H. 80 S.

Die Zerrüttung der Weltwirtschaft. Von Dr. E. Schultze. Be[rlin,] Stuttgart, Leipzig 1922, W. Kohlhammer. 373 S.

Festschrift der Elektrizitäts-Lieferungs-Gesellschaft Berlin anläßlich [des] 25jährigen Bestehens. Ein Rückblick auf 25 Jahre ihrer Entwickl[ung.] Von Dr.-Ing. G. Siegel. 153 S. mit vielen Abb.

50 Jahre Ph. Mayfarth & Co. 1872—1922. Fabrik landwirtschaftlicher [und] gewerblicher Maschinen, Frankfurt a. M.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 3. SONNABEND, 20. JANUAR 1923. BD. 67.

INHALT:

Wasserkraftgewinnung aus Flachlandflüssen.

Von Regierungs- und Baurat Rudolf Seifert, Berlin.

Allgemeine Bedingungen der Wasserkraftgewinnung aus Flachlandflüssen, vor allem schiffbaren. Ausnutzung des Gefälles und der Abflußmenge durch Stauwehr oder Seitenkanal in Erde oder Beton. Zahlenbeispiel: Weser unterhalb Minden. Günstigste Verhältnisse ohne und mit Rücksicht auf Schiffahrtkosten. Vor- und Nachkriegspreise. Ausbauwürdigkeit.

Der Wasserkraftgewinnung wird überall erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet, seit Kohlenteuerung und Kohlennot lähmend auf unserm gesamten Wirtschaftsleben lasten. Zunächst richtet sich der suchende Blick naturgemäß auf diejenigen Gebiete, in denen eine Zusammenfassung des Gefälles von Natur vorhanden ist, wie bei Wasserfällen und Stromschnellen, oder unschwer erreicht werden kann, wie bei den Wasserläufen des Hoch- und Mittelgebirges mit ihrem starken Gefälle; denn die Erzielung einer bestimmten Leistung $L = Q H$ erfolgt vorteilhafter durch eine große Druckhöhe H als durch eine große Kraftwassermenge Q, weil die wasserbaulichen Anlagen und die Maschinen kleiner und billiger ausfallen, und weil bei kleinem Q die Wasserkraft dem nach Jahreszeiten und Tagesstunden wechselnden Kraftbedarf leichter angepaßt werden kann, sei es durch natürliche Seen oder Sammelbecken, sei es durch Druckwasser-Aufspeicherung. Auch im Hügelland sind Abflußmengen, Gefäll und Speichermöglichkeiten vielfach noch so günstig, daß die Kraftgewinnung unter heutigen Preisverhältnissen aussichtreich erscheint. Aber das räumliche Vorkommen derartiger Wasserkräfte in Deutschland ist ebenso wie die Übertragungsmöglichkeit auf sehr weite Entfernungen beschränkt, der Bedarf an billiger Kraft ist jedoch allerorten vorhanden; deshalb muß versucht werden, auch die Wasserkräfte der Flachlandflüsse auszunutzen.

Bei den Kohlenpreisen der Vorkriegzeit war ein wirtschaftlicher Wettbewerb von Wasserkräften aus Flachlandflüssen vollkommen ausgeschlossen, es sei denn, daß in einzelnen Fällen die Staustufe aus andern Rücksichten ohnehin hergestellt werden mußte und die Wasserkraft sozusagen als Nebenerzeugnis mit verhältnismäßig geringen Kosten für die erforderlichen Sonderanlagen gewonnen werden konnte. Solche Fälle kamen bei der Kanalisierung von Flüssen zu Schiffahrtzwecken oder bei der Errichtung von Wehren zur Bewässerung von Ländereien vor. Als bekannte Beispiele dafür darf auf die Kanalisierung der Aller durch die vier Staustufen unterhalb Celle bis zur Leinemündung und auf die Weser-Wehre bei Hemelingen und Dörverden hingewiesen werden. Durch die ungeheure Steigerung der Kohlenpreise während der letzten Jahre haben sich die Betriebskosten der Wärmekraft aber so erhöht, daß eine sorgsame Nachprüfung ihres Wertverhältnisses zur Wasserkraft, deren Ausbaukosten freilich ebenfalls sehr stark emporgeschnellt sind, angebracht erscheint. Von den Kosten abgesehen, muß aber heute jede Aushilfe herangezogen werden, um dem Mangel an mechanischer Energie, hervorgerufen durch die Knappheit an Kohle und die Unsicherheit der Belieferung, abzuhelfen und aus allgemeinen volkswirtschaftlichen Gründen die Deutschland verbliebenen Kohlenvorräte möglichst zu schonen.

Abb. 1. Lageplan der Weser von Minden bis Nienburg.

Die preußische Wasserbauverwaltung hat deshalb — zufolge eines Runderlasses des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom Februar 1920 — Untersuchungen darüber angestellt, welche von den vorhandenen Staustufen an den kanalisierten Flußläufen geeignet wären, Wasserkräfte zu erzeugen. Die Erhebungen sind noch nicht abgeschlossen; sie dürften in einer Reihe von Fällen zu einem günstigen Ergebnis führen. Die Ausbaukosten scheinen hierbei vorteilhaft von dem Umstand beeinflußt zu sein, daß ein Teil der Anlage, das Wehr, bereits da ist. Anderseits ist eine Anpassung an die besonderen Bedürfnisse der Krafterzeugung nicht mehr möglich, diese muß sich vielmehr den gegebenen Verhältnissen einfügen. Bei den nicht kanalisierten Flüssen fallen derartige Beschränkungen fort, dagegen sind — nach den zunächst gemachten Voraussetzungen — die Kosten der neuzuerrichtenden Stauwerke den Kraftwerken voll anzurechnen; dazu gehören, wenn der Schiffahrt keine besonderen Vorteile entstehen, die einen Kostenbeitrag rechtfertigen, auch die Schleusen.

Die preußische Landesanstalt für Gewässerkunde hat nun gelegentlich eines Sonderauftrages Erwägungen darüber angestellt, ob und unter welchen Umständen auch nicht kanalisierte Flüsse des norddeutschen Flachlandes zur Krafterzeugung herangezogen werden können. Hiervon möge einiges mitgeteilt werden.

Die Betrachtung erstreckt sich lediglich auf die heute wichtigste Form der Verwendung der Wasserkraft, nämlich die Umwandlung in Elektrizität, und die Verteilung mittels Überlandnetzen auf einen großen Verbraucherkreis, nicht auf die Nutzbarmachung der Wasserkraft in Einzelwerken, wie Mühlen, Sägewerken, Papierfabriken, chemischen Fabriken, Kraft- und Lichtversorgungsanlagen einzelner Orte oder kleiner Bezirke; hier liegen die Verhältnisse zu verschiedenartig, als daß eine allgemeine Erörterung nutzbringend sein könnte. Deshalb wurde die Untersuchung von vornherein auf die größeren schiffbaren Flachlandflüsse beschränkt, da nur solche für die allgemeine Licht- und Kraftversorgung in Frage kommen, während die kleineren höchstens örtliche Bedeutung erlangen können. Die Frage der Absatzmöglichkeit der Wasserkraft braucht nicht erörtert zu werden. Wohl hatte sie früher, oder in ganz abgelegenen, industriell unentwickelten Gegenden auch jetzt noch, einen maßgebenden Einfluß auf die Größe und Art des Ausbaues. Unter den heutigen wirtschaftlichen Verhältnissen Norddeutschlands aber darf unbedenklich angenommen werden, daß jede Energiemenge, die ein solches Flußwasserkraftwerk im Dauerbetrieb zu liefern vermag, in das Überlandnetz aufgenommen wird.

Der über die Leistungsfähigkeit der Flußwasserkraft hinausgehende Bedarf an Elektrizität, insbesondere die Spitzenkraft, soll durch vorhandene Wärmekraftwerke und andere zum Teil speicherfähige Wasserkraftwerke gedeckt werden, ohne daß auf die Art und die Kosten dieser Ergänzungswerke näher einzugehen ist. Auf die Art der Verwendung der gewonnenen Kraft und die Besonderheiten des Absatzgebietes braucht keine Rücksicht genommen zu werden; es sollen lediglich die Größe und Regelmäßigkeit der Leistung und die Kosten der Kilowattstunde als maßgeblich angesehen werden für die Bewertung der Ausbauwürdigkeit. Dabei wird man nur einen Vorbehalt zu machen haben. Bei der langen Bauzeit von großen Niedergefälle-Kraftanlagen darf man nicht den heutigen Preis von Kohle oder Treiböl als Betriebstoff der zu vergleichenden Wärmekraftquelle ansetzen, sondern nur einen vorsichtig niedriger geschätzten. Auch die Beschaffenheit der Betriebstoffe der Wärmekraft und ihre Ausnutzung mag sich bessern. Ebenso unsicher ist anderseits auch die Gestaltung der Baukosten der Wasserkraftanlage und des Geldmarktes während der Bauzeit, also der schließliche Zinsaufwand, wogegen die Baukosten der rascher fertigzustellenden Wärmekraftanlagen mit geringerer Unsicherheit behaftet sind. Mit andern Worten, die wirtschaftliche Überlegenheit der Wasserkraft über die Wärmekraft muß beträchtlich sein, weil sich die Höhe der Betriebskosten der Wärmekraft und des Zinsendienstes der Wasserkraft auf längere Jahre auch nicht annähernd einschätzen läßt. Man muß in jedem Fall mit starken Abschreibungen der Wasserkraftanlage in den ersten Jahren rechnen, um die Überteuerung abzutragen und beim Sinken der Wärmekraftkosten wirtschaftlich wettbewerbfähig zu bleiben.

Das in den Flachlandflüssen wirkende rohe Arbeitsvermögen ist recht beträchtlich. In einem Fluß von 100 m³/s Wasserführung und einem Gefälle von 1 : 4000 oder 0,25 m/km sind bei einem Wirkungsgrad der Turbinen von 0,75 auf 1 km Lauflänge $L = 100 \cdot 0{,}25 \cdot \frac{1000 \cdot 0{,}75}{75} = 250\,\mathrm{PS} =$ rd. 170 kW vorhanden. Es fragt sich nur, wieviel von dieser Rohwasserkraft nutzbar gemacht werden kann. Dies ist im wesentlichen eine Frage der Gefällausnutzung.

Es gibt nun zwei Wege dafür: entweder den Fluß in seinem Bett zu stauen und das Kraftwerk unmittelbar an den Fluß zu legen, wobei die Schiffahrt die Staustufe in einem strömungslosen Schleusenkanal umgeht, — oder das Kraftwasser durch einen mehr oder weniger langen Seitenkanal aus dem Flußbett abzuleiten und das Kraftwerk an den Seitenkanal zu verlegen, unter Umständen auch mehrere Kraftwerke hintereinander. Dabei wird in der Regel noch ein Wehr an der Abzweigung des Seitenkanals zum Fassen des Wassers nötig sein; freier Einlauf ohne Wehr kommt nur bei sehr großen Abflußmengen des Stromes und verhältnismäßig geringer Ableitung von Kraftwasser in Frage, ein Fall, der bei uns nicht vorliegt, aber z. B. bei der Donau in Österreich erwogen wird. Die Schiffahrt wird — außer in letzterem Falle — dem durchströmten Seitenkanal folgen, der darum neben den Kraftwerken Schleusen erhalten muß.

Welches Verfahren ist nun vorteilhafter? Die Kraftgewinnung durch Aufstau hat zur Voraussetzung, daß ein genügend hoher Stau geschaffen werden kann, sei es, daß das Flußbett tief eingeschnitten ist, sei es, daß Rückstaudämme angelegt werden, oder daß Überflutungen des Vorlandes in Kauf genommen werden können. Dieses Wehrgefälle ist nun leider unstetig; es geht bei steigender Wasserführung zurück, weil das Oberwasser langsamer als das Unterwasser wächst und nicht beliebig aufgehöht werden darf; dies erschwert den Bau der Turbinen und drückt deren Wirkungsgrad herab. Bei Hochwasser wird die Druckhöhe gewöhnlich so klein, daß sie in den bisher ausgebildeten Wasserkraftmaschinen nicht mehr ausgenutzt werden kann und eine Unterbrechung der Kraftlieferung eintritt. Als untere Grenze galt bisher etwa 1,0 m; sie mag sich in Zukunft durch Verbesserung der Turbinen vielleicht noch etwas verschieben. Auch bei Eisgefahr muß mit Unterbrechung der Kraftlieferung infolge Beseitigung des Wehrstaues gerechnet werden. Diese Unstetigkeit war ein Hauptgrund für die geringe Einschätzung der Niedergefälle-Flußwasserkräfte, solange sie vereinzelt waren oder auf kleinere Netze arbeiteten und daher starke Dampfreserven erheischten. Mit dem Anschluß an ein größeres Netz, auf das auch speicherfähige Wasserkräfte oder Wärmekraftanlagen arbeiten, entfallen diese Bedenken zum Teil; es bleibt aber doch der Nachteil hoher Kohlenkosten während des Ausfalls der Wasserkraft. Das Wehrgefälle ist am größten bei Niedrigwasser; hierdurch tritt ein gewisser Ausgleich in der Höhe der Kraftlieferung ein. Die Kraftleistung nimmt gewöhnlich mit wachsender Wassermenge und abnehmender Druckhöhe zu bis zu einem Höchstwert bei einer mittleren Wassermenge und fällt dann wegen der weiteren Verringerung der Druckhöhe bis zum geringsten Hochwassergefälle wieder ab. Dabei wirkt mit, daß mit der Druckhöhe auch die Schluckfähigkeit der Turbinen und gewöhnlich auch ihr Wirkungsgrad abnimmt. Die Kosten des Wehres nehmen mit wachsender Stauhöhe zunächst nur langsam zu, weil der besonders teure Grundbau ziemlich unabhängig von der Stauhöhe ist; die Maschinenanlage wird billiger für die Einheit der Leistung. Deshalb wird man den Wehrstau in jedem Fall so hoch als irgend angängig einrichten, wobei auch Rückstaudämme und Entwässerungsanlagen für etwa geschädigte Geländeteile in Erwägung zu ziehen sind. Der Schiffahrt ist ebenfalls an hohen Staustufen gelegen, wenn deren Zahl bei längeren Kanalisierungen dadurch verringert wird.

Im Gegensatz dazu ist die Druckhöhe, die aus dem Gefällunterschied zwischen Kanal und Fluß durch einen Seitenkanal gewonnen wird, nur wenig abhängig von der Wasserführung des Flusses; zumeist wird sie bei steigendem Wasser etwas abnehmen, weil der Wasserstandwechsel an oberhalb gelegenen Pegelstellen im Flachland kleiner zu sein pflegt als an unterhalb gelegenen (nur im Mündungsgebiet trifft dies nicht zu). Die Kraftlieferung wächst also in gleichem oder fast gleichem Maß mit der verarbeiteten Wassermenge und ist annähernd bei Ausbauwasser am größten. Die „Umgehungsdruckhöhe“ wächst im Verhältnis zur Länge des Seitenkanals entsprechend dem Unterschied zwischen Kanal- und Flußgefälle. Wo Flußschleifen oder Stromschnellen abgeschnitten werden, ist der Gewinn besonders stark. Wie die Druckhöhe, so nimmt auch die Kraftausbeute zu. Die Kosten des Seitenkanals wachsen mit dessen Länge, und zwar in gleichem Maß, wenn der Kanal gleiches Gefälle wie das Gelände aufweist — das ist der bei der Linienführung anzustrebende Fall —, in stärkerem Maß, wenn er mit wachsender Länge höhere Dämme oder tiefere Einschnitte erfordert, wenn also der Kanal flacher als das Gelände geneigt ist. Bei der geringen Geländeneigung längs der Flachlandflüsse und bei dem sehr kleinen Gefälle, das für schiffbare Seitenkanäle nur angewendet werden kann, wird man für eine allgemeine Betrachtung näherungsweise annehmen dürfen, daß der Kanal seine Höhenlage zum Gelände beibehält. Der auf die Leistungseinheit (PS oder kWh) fallende Anteil der Kanalkosten wird also unter dieser Annahme annähernd gleich groß bleiben, wie lang auch der Seitenkanal wird. Im einzelnen Fall werden natürlich die Geländeverhältnisse, die nirgends auf sehr große Entfernung ganz gleichförmig sind, sehr wesentlich mitsprechen. Die Einheitskosten der Maschinenanlage nehmen mit wachsender Druckhöhe, also mit wachsender Kanallänge, ab. Zusammen genommen, werden also die Einheitskosten innerhalb gewisser Grenzen um so geringer, je länger der Seitenkanal gemacht werden kann. Mit zunehmender Länge des Seitenkanals wächst die Hochwasserleistung — in Norddeutschland also überwiegend die Winterleistung — in stärkerem Maß als die Niedrigwasser- oder Sommerleistung, was zur Anpassung an den Bedarf erwünscht ist. Da für die norddeutschen Flachlandflüsse stets damit ge-

rechnet werden muß, daß zu dem Umgehungsgefälle des Seitenkanals noch ein Staugefälle des Einlaufwehres hinzutritt, so mischen sich bei den Anlagen mit Seitenkanal die Besonderheiten beider Gefällarten in günstiger Weise. Wenn die Kilowattstunde aus Umgehungsgefälle teurer zu gewinnen ist als aus Staugefälle — und dies dürfte bei gefällschwachen Flachlandflüssen die Regel sein —, so wird man, vom Standpunkt billiger Kraftgewinnung aus, den Umgehungskanal ganz fortfallen lassen, wobei die Ungleichmäßigkeit der Kraftlieferung und deren Ausfall während gewisser Zeiten in Kauf genommen werden muß, oder man wird ihm nur diejenige Länge geben, die erforderlich ist, um einer Unterbrechung der Kraftlieferung bei Hochwasser vorzubeugen und eine möglichst gleichmäßige Leistung zu erzielen.

Das Gesagte gilt zunächst für den Kraftgewinn und für das einzelne Kraftwerk. Bei den schiffbaren Flachlandflüssen wird es sich aber gewöhnlich um eine längere Flußstrecke handeln, die unter Wahrung hoher Werte der Landeskultur entweder durch Aufstau im Flußbett oder durch einen Seitenkanal für Kraftgewinnung und Schiffahrt nutzbar zu machen ist. Hier liegt die Entscheidung, was vorteilhafter ist, sehr verwickelt. Für eine möglichst hohe Krafterzeugung ist zu erstreben, daß das Rohgefälle zwischen den Endpunkten der Flußstrecke möglichst restlos als nutzbare Druckhöhe an den Kraftwerken verfügbar gemacht wird und daß außerdem die Abflußmenge des Flusses zu einem möglichst hohen Teil durch die Turbinen läuft.

Es läßt sich nicht allgemein entscheiden, ob mehr Druckhöhe durch eine Kanalisierung oder durch einen Seitenkanal an den Staustufen vereinigt werden kann. Dies hängt einerseits von der Höhe des Staues ab — je größer sie gemacht werden kann, um so flacher verläuft die Staulinie, um so größer ist also der Druckhöhengewinn —, anderseits von der Möglichkeit, Flußschleifen durch den Seitenkanal abzuschneiden, und von der Größe des wirtschaftlichsten Kanalgefälles, das wiederum mit der Ausbildung des Kanalquerschnitts und mit der Kraftwassermenge wechselt. Es sprechen auch noch viele andere Umstände mit, so daß nur der Vergleich im einzelnen Fall Aufschluß zu geben vermag, welcher Weg vorteilhafter ist für die höchste Gefällausnutzung.

Kanalisation und Seitenkanal unterscheiden sich aber auch nach der Art der Ausnutzung der Abflußmengen für die Krafterzeugung. Darin ist das Kraftwerk am Fluß dem am Seitenkanal in vielen Punkten überlegen; denn bei einem längeren Seitenkanal muß der umgangenen Flußstrecke ein mehr oder minder großer Anteil der Abflußmengen aus Rücksicht auf die Landwirtschaft, unter Umständen auch auf die Fischerei, die Beseitigung von Abwässern u. dgl. verbleiben. Dieses Wasser geht dem Kraftgewinn in der Regel verloren. Verloren geht auch das Schleusungswasser.

Beim Kraftwerk unmittelbar am Fluß kann dagegen die ganze Flußwassermenge mit Ausnahme des Schleusen- und Fischpaßverbrauchs und der Verluste am Wehr bis zur Grenze der Schluckfähigkeit der Turbinen ausgenutzt werden. Diese Überlegenheit macht sich besonders bei den kleineren Abflußmengen fühlbar, weil die Niedrigwasserleistung verhältnismäßig am meisten gehoben wird. Es ergibt sich jedoch auch, daß die günstigste Ausbauwassermenge beim Werk am Flusse höher liegen muß als beim Werk am Seitenkanal, und daß dadurch die gesamte Ausnutzung der jährlichen Abflußmenge vergrößert wird. Denn die Ausnutzungsdauer für große Abflußmengen ist zu gering, als daß sich von einer gewissen Grenze ab die kostspielige Erweiterung des Querschnitts bei einem langen Seitenkanale lohnen würde. Je länger und teurer der Seitenkanal wird, um so mehr muß er durch gleichmäßige Wasserführung ausgenutzt werden, um so tiefer liegt also die günstigste Ausbaumenge. Bezüglich der Ausnutzung der Abflußmenge bietet der Seitenkanal nur einen Vorteil, daß nämlich, wie erwähnt, auch bei Hochwasser und Eisgefahr, also bei ganz niedriger oder verschwindender Stauhöhe, die Verarbeitung im allgemeinen nicht unterbrochen zu werden braucht.

Es muß darum für jeden Sonderfall entschieden werden, ob die aus einer bestimmten Flußstrecke zu gewinnende Höchstleistung durch Aufstau im Flußbett oder durch einen Seitenkanal vorteilhafter zu gewinnen ist, oder ob eine Vereinigung beider Verfahren unter Anwendung kürzerer Seitenkanäle die günstigste Kraftausbeute ergibt.

Neben der Kraftgewinnung müssen auch noch die andern wasserwirtschaftlichen Forderungen beachtet werden. Allgemein wird man sagen dürfen, daß der Eingriff in die Landeskultur bei Anlage eines langen Seitenkanals viel schwerer wiegt als bei Kanalisierung. Es werden größere Grundflächen in Anspruch genommen, wirtschaftliche Zusammenhänge werden in höherem Maße gestört, der Grundwasserstand und die Kulturfähigkeit weiter Gebiete, sowohl am verödeten Flußlauf wie am Seitenkanal, werden weitgehend beeinflußt. Es muß deshalb auch mit entsprechenden Abhilfemaßnahmen gerechnet werden, was die Kosten der Anlage in schwer vorherzusehender Weise steigern kann.

Die Schiffahrt im alten Flußlauf wird aufgehoben oder auf die Zeiten besonders hoher Wasserstände beschränkt. Der Ausbau der Schiffahrtrinne auf Niedrigwasser kann allerdings dann unterbleiben, die ersparten Kosten sind dem Seitenkanal gutzuschreiben. Der Flußlauf dient auf der umgangenen Strecke im wesentlichen als Hochwasservorfluter. Die so erzeugte Stromteilung hat alle Nachteile einer solchen. Die Schiffahrt wird sich damit abfinden können, sofern für eine sichere Einfahrt in den Seitenkanal gesorgt ist. Die Wasserführung wird durch eine Senkung unerwünscht hoher Wasserstände auf der umgangenen Stromstrecke vorteilhaft beeinflußt. Freilich vermindern sich auch die düngenden Hochwässer und werden seltener.

Die Geschiebeführung im Flußbett wird verschlechtert durch die Stromteilung und die Ableitung des Kraftwassers. Am Ende des Wehrstaues wird bei fallendem Wasser eine Ablagerung auftreten, die dann beim nächsten Hochwasser als größere Sandwelle zu Tal wandert. Wo sie liegen bleibt, hängt von der Dauer des Hochwassers ab. Die Zeitdauer der bettbildenden Wasserstände mit kräftiger Geschiebebewegung wird durch die Wasserentziehung eingeschränkt, um so mehr, je höher die Ausbauwassermenge gewählt wird. Man wird darauf gefaßt sein müssen, daß sich die Flußsohle auf der umgangenen Strecke etwas hebt. Dies ist für die Zeiten der starken Wasserentziehung vorteilhaft. Es könnte unter Umständen bei Hochwasser bedenklich werden. — In dem Kanal wird das Wasser wegen der Ermäßigung der Geschwindigkeit durch den Wehrstau keine oder nur ganz feine Sinkstoffe mitführen. Wenn bei weitgeöffnetem Wehr der Stau verschwindet, ist die Geschwindigkeit im Fluß so viel größer, daß auch dann keine gröberen Geschiebe in den Kanal übergehen werden, zumal die Kanalabzweigung aus Schiffahrtrücksichten im hohlen Ufer liegen muß, die Sinkstoffe aber hauptsächlich in der Strommitte und am ausspringenden Ufer entlang wandern. Nur wenn die Flußsohle am Wehr stark gehoben würde, wäre infolge örtlicher Strömungen mit dem Eintreiben beträchtlicher Geschiebemengen in den Kanal zu rechnen. Diese müßten dann durch Baggerung oder Kiesschleusen entfernt werden. Eine wesentliche Erhöhung der Flußsohle oberhalb des Wehres muß durch Anwendung eines beweglichen Wehres und tiefe Lage des Wehrrückens verhütet werden.

Schwierig gestaltet sich die Frage der Eisabfuhr infolge der Stromteilung, weil ja dem Hauptflußbett ein wesentlicher Teil des zur Weiterführung des Eises erforderlichen Wassers durch den Seitenkanal entzogen wird. Grundeis, Schollen- oder Treibeis und Eisgang verhalten sich dabei entsprechend ihrer Verteilung im Wasser und den herrschenden Wasserständen etwas verschieden. Gegenüber dem ungestauten Fluß wird die Schiffahrt mit gewissen Erschwerungen rechnen müssen, die durch Eisbildungen oberhalb des Wehres und in dem strömungslosen Schleusenkanal auftreten. Dies gilt sowohl für die Kanalisierung wie für den Seitenkanal, ohne daß eine der beiden Anordnungen einen wesentlichen Vorteil bietet. Die Krafterzeugung wird, wie erwähnt, im kanalisierten Flusse völlig unterbrochen, sobald der Wehrstau wegen Eisgefahr beseitigt werden muß; beim Seitenkanal ist dagegen eine, wenn auch eingeschränkte Kraftgewinnung aus dem Umgehungsgefälle auch weiter möglich und wird auch durch eine Eisdecke im Seitenkanal nicht beeinträchtigt. Nur wenn einmal zur Verhütung von Eisstopfungen die Gesamtabflußmenge durch den Fluß geleitet werden muß, tritt eine Betriebsunterbrechung der Kraftwerke ein. Es darf wohl angenommen werden, daß solche Fälle nur verhältnismäßig kurze Zeit anhalten und deshalb erträglich sind. Die Kraftgewinnung durch einen Seitenkanal ist hier also entschieden vorteilhafter als durch Aufstau im Flußbett.

Ein Punkt bedarf noch besonderer Erörterung, das ist die Strömungsgeschwindigkeit in Schiffahrtkraftkanälen. Für den reinen Kraftbetrieb läßt sich aus der mit dem zunehmenden Kanalgefälle sinkenden Turbinendruckhöhe und Krafterzeugung und aus den gleichzeitig abnehmenden Querschnittabmessungen und Kanalkosten der wirtschaftlichste Wert von Gefälle, Querschnitt und Leistung bei verschiedener Ausbauwassermenge berechnen. Unter Berücksichtigung der Schleppkosten der Schiffahrt bei verschiedener Strömung wird allerdings die Berechnung ziemlich weitläufig. Die für die Schiffahrt erprobten Höchstgeschwindigkeiten der Strömung lassen sich immer innehalten, wenn auch in einzelnen Fällen nur unter Überschreitung der für den Kraftbetrieb günstigsten Verhältnisse in den Kanalabmessungen. Die zu-

lässige höchste Strömgeschwindigkeit tritt im Seitenkanal jedoch nur vorübergehend auf, und zwar bei der Ausbauwassermenge. Bei geringerer Kraftwassermenge wird die Strömung im Beharrungszustand an sich geringer, außerdem wird zumeist eine Anspannung über den Beharrungszustand vorgenommen auf die Höhe des Ausbauwasserspiegels, wodurch die Geschwindigkeit noch weiter herabgesetzt wird. Bei Hochwasser reicht der Stau in die oberste und unterste Haltung; etwaige Zwischenhaltungen können zur Milderung der Strömung und zum Ausgleich der Druckhöhen, die sich durch den Wegfall des Wehrstaues verschieben, auch etwas angespannt werden. Die Höhe der zulässigen Höchstgeschwindigkeit richtet sich vor allem auch nach der Größe und Gestalt des Kanalquerschnitts. Schiffahrtkanäle, die das übliche Verhältnis vom eingetauchten Schiffsquerschnitt zum benetzten Kanalquerschnitt wie etwa 1:5 aufweisen, vertragen nur eine geringe Strömgeschwindigkeit mit Rücksicht auf die Höhe der Schleppkosten und die Betriebsicherheit. Entsprechend gering ist die abgeführte Wassermenge und damit die Kraftleistung. Hat man dagegen wesentlich geräumigere Querschnitte mit einer größeren verfügbaren Abflußmenge, so wird auch die aus Schiffahrtrücksichten zulässige Strömung höher liegen; die Verhältnisse nähern sich dann denen des freien Stroms, wobei noch die gleichmäßige Breite, Tiefe und Strömung und die schlanke Linienführung eines künstlichen Wasserlaufes erleichternd wirken.

Im kanalisierten Flußlauf wechseln die Strömgeschwindigkeiten örtlich und zeitlich. Oberhalb der Wehre sind sie kleiner als unterhalb. Bei niedrigen und mittleren Wasserständen sind sie wohl im allgemeinen kleiner als im Seitenkanal, bei Hochwasser dagegen erreichen sie die volle Größe des freien Flusses und überschreiten damit gewöhnlich die in Seitenkanälen zugelassene Höchstgeschwindigkeit. Bei den reichlichen Querschnitten kanalisierter Flußläufe findet die Schiffahrt in diesen in der Regel wohl günstigere Bedingungen als in Seitenkanälen, abgesehen von der Laufverkürzung, den Krümmungsverhältnissen und den Hochwasserzeiten.

Bei den geringen Druckhöhen, die aus den schiffbaren Flachlandflüssen durch Seitenkanäle gewonnen werden können, kommt es besonders darauf an, jeden Gefälleverlust nach Möglichkeit zu vermeiden und das Rohgefälle des Flusses bis zur Grenze der Wirtschaftlichkeit auszunutzen. Das Wasserabführvermögen des Kanals muß also günstig gestaltet werden durch Wahl eines tiefen Querschnitts mit steilen Böschungen und verhältnismäßig großem hydraulischem Halbmesser. Es kann in Frage kommen, die Böschungen mit glatter Betondeckung zu versehen, wodurch auch die Wasserverluste durch Versickerung vermindert werden. Die Kanalsohle muß jedoch in Erde bestehen bleiben, damit Schiffe im Falle der Gefahr Anker werfen können. Rechnungsmäßig nach den üblichen Geschwindigkeitsformeln wird, auch wenn vom benetzten Umfang nur die steilen Böschungen in Beton glatt ausgeführt werden, gegenüber einem Kanal mit rauhem Steinbewurf und flacheren Böschungen noch nennenswert an Gefälle gewonnen. Ob dies auch in der Natur der Fall ist, steht allerdings dahin; es fehlt vorläufig an hinreichend scharfen vergleichbaren Proben bei Bauausführungen. Weitere Vorteile der Betonbekleidung liegen in der Verringerung des Grunderwerbs, der Erdarbeiten, besonders in tieferen Einschnitten, unter Umständen auch der Lehmdichtung in den Böschungen, der lichten Weite der Brücken und der Länge der Durchlässe und Düker. Dem gegenüber stehen die viel höheren Baukosten der Betondeckung. Wie sich die jährlichen Unterhaltungskosten im Mittel längerer Zeiträume in beiden Fällen stellen, sei dahingestellt. Für die Kosten der Leistung ist dies jedoch recht wichtig. Besondere Beobachtungen an ausgeführten Strecken wären sehr erwünscht. Möglicherweise führen solche Untersuchungen zu einem Wechsel der Querschnittausbildung in Dämmen und Einschnitten.

Aus dem Gesagten ergibt sich, daß bei schiffbaren Flachlandflüssen aus allgemeinen Erwägungen heraus eine entscheidende Überlegenheit der Kraftgewinnung durch einen Seitenkanal vor der durch Aufstau im Flußbett erzeugten nicht gefunden werden kann, ebensowenig wie umgekehrt. Es sprechen Gründe dafür und dawider. Das gleiche gilt für die Frage, ob ein Kanal mit Betonböschungen einem solchen mit Erdböschungen vorzuziehen sei.

Die Entscheidung hängt schließlich von den Besonderheiten des Flusses ab und ist eine wirtschaftliche Frage, bei der oft ausschlaggebend sein wird, welche Vorteile für andere Zwecke, insbesondere Landeskultur und Schiffahrt, sich dabei ergeben, inwieweit also die Wasserkraft durch Verteilung der Kosten entlastet wird. Für die Schiffahrt kämen hierbei in erster Linie folgende Umstände in Betracht:

Vergrößerung der Fahrtiefen gegenüber dem bisherigen Zustand; Umgehung enger oder gefährlicher Strecken, Verkürzung der Fahrtdauer unter angemessener Berücksichtigung der Schleusenaufenthalte; Verlängerung der gesamten Schiffahrtdauer oder des vollschiffigen Verkehrs; ungehinderter Übergang der Schiffe von anderen Wasserstraßen ohne Leichterung; Verwendung einheitlicher leistungsfähiger Schlepper auf langen Strecken; Ersparnis an Schleppkosten zu Berg und zu Tal durch geringere oder gleichmäßigere Strömung; bessere Ausnutzung der Wasserstraße gerade zu Zeiten erhöhter Verkehrsanforderungen; Möglichkeit eines Nachtbetriebes; verminderte Ausbau- und Unterhaltungskosten des freien Flusses.

Vorteile dieser Art würden Schiffahrtabgaben oder Übernahme eines Kostenanteils auf andere Schultern rechtfertigen und damit die Betriebskosten der Wasserkraft herabsetzen; dabei ist allerdings vorausgesetzt, daß der Schiffahrt diese Vorteile auf eine entsprechend lange Flußstrecke zwischen zwei verkehrswirtschaftlich ausgezeichneten Punkten zugute kommen.

Ebenso würden Nebenvorteile der Landeskultur, z. B. Hochwasserschutz, Gelegenheit zu planmäßigen Ent- und Bewässerungen und auch Nebenvorteile bei Trinkwasserversorgung, Aufschließung von Industriegelände u. dgl. in Anrechnung zu bringen sein, wogegen etwaige Schädigungen der Landeskultur usw. bereits unter den Kosten des Ausbaues der Wasserkraft auftreten. Welche Beträge im Einzelfall der Kraftgewinnung gutzuschreiben wären, läßt sich nur nach besonders eingehenden Ermittlungen hierfür festsetzen. [1256]

(Fortsetzung folgt.)

Die Wasserkräfte der Erde.

Die Geologische Landesvermessung der Vereinigten Staaten veröffentlicht eine neue Zusammenstellung der bisher nutzbar gemachten und eine Schätzung der überhaupt auf der Erde vorhandenen Wasserkräfte. Für die ausgenutzten Kräfte ist der Stand vom Jahre 1920 maßgebend gewesen, die Schätzung der wahrscheinlich vorhandenen Wasserkräfte ist für den Normal-Niedrigwasserstand erfolgt. Die Kräfte verteilen sich auf die einzelnen Erdteile wie folgt:

Erdteile	Wahrscheinliche Wasserkräfte in 1000 PS	Ausgenutzte Wasserkräfte in 1000 PS	Ausgenutzte Wasserkräfte in vH
Europa	45 000	8 877	19,7
Amerika	116 000	12 634	10,9
(Nord- und Mittelamerika	62 000	12 210	19,7)
Asien	71 000	1 160	1,6
Australien und Polynesien	17 000	147	0,9
Afrika	190 000	11	0,01
insgesamt:	439 000	22 829 rd. 23 000	5,2

Der Grad der Ausnutzung ist also für Europa und Nord- und Mittelamerika gleich, während die andern Erdteile, besonders Afrika, erheblich zurückstehen.

Nach einer besonderen Tafel für die einzelnen Staaten ergibt sich hinsichtlich der Zahl der auf 1 km² Fläche ausgenutzten Wasserkräfte, daß die Schweiz mit 20,8 PS weitaus an erster Stelle steht. Das günstigste Verhältnis zwischen ausgebauten und vorhandenen Wasserkräften hat Deutschland, das von der Natur im allgemeinen wenig begünstigt ist. In größerem Abstande folgen hier Großbritannien, die Vereinigten Staaten von Amerika und Italien.

Die meisten Wasserkraftanlagen befinden sich in den Vereinigten Staaten von Amerika und in Kanada, deren Wasserkraftwerke im Jahre 9,2 bzw. 2,8 Mill. PS leisten. Mit den Niagarafällen besitzen diese Länder die größten Anlagen der Welt. Nach Fertigstellung der dortigen Erweiterungsbauten soll sich die Leistungsfähigkeit auf der Seite der Vereinigten Staaten von 385 000 PS auf etwa 500 000 PS, auf dem kanadischen Ufer von 485 000 PS auf 785 000 PS erhöhen. (Zeitschr. des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes, September 1922.) [M 314] Sd.

Kompressorlose Ölmaschinen.

Von F. P. Grützner, Hamburg.

Beschreibung einer Viertakt-Ölmaschine mit Pumpeinspritzung. — Angaben über Einzelteile wie Brennstoffventil, Brennstoffpumpe und Regelung. — Versuchsergebnisse und Erfahrungen.

Rudolf Diesel schwebte bei seiner Erfindung eine kompressorlose Ölmaschine vor, und seine ersten Versuche wurden in dieser Richtung gemacht. Als es nicht gelang, diese Maschine zu verwirklichen, wurde zur Lufteinspritzung geschritten und der Kompressor als notwendiges Übel in den Kauf genommen. Diesel versuchte zunächst, ihn so billig wie möglich zu bauen, wobei wichtige Fragen der Stufenteilung, Schmierung und Kühlung vernachlässigt, zunächst auch nicht erkannt wurden.

Abb. 1 u. 2. Liegende kompressorlose Viertakt-Ölmaschine von 200 PS_e/h. Zyl.-Dmr. = 432 mm, Hub = 698,5 mm, 200 Uml./min.

[D]em ganzen Einspritzverfahren mit hochverdichteter Luft hafteten [da]her von Anfang an Mängel an, die die Pumpeinspritzung nicht [ve]rgessen ließen, und besonders in England und Amerika bevor[zu]gte man sie ihrer Einfachheit wegen in Verbindung mit Glühkopf [un]d niedriger Verdichtung. Die Maschinen hatten indes einen höhe[re]n Ölverbrauch, waren wegen des Anheizens nicht so rasch [be]triebsbereit und wurden im allgemeinen als zweitklassig an[ge]sehen. Neuere Anforderungen zwangen nun zu Verbesserungen [di]eser Maschinen, und die kompressorlose Maschine der De La [Ve]rgne Machine Co., New York, N. Y., ist das Ergebnis dieser [Be]strebungen, die Einfachheit der Pumpeinspritzung mit der [W]irtschaftlichkeit der Lufteinspritzung verbinden.

Die bis jetzt ausgearbeiteten Größen, die mit einem oder mehreren Zylindern gebaut werden, haben folgende Hauptabmessungen:

Zyl.-Dmr. mm	Hub mm	Uml./min.	Leistung in einem Zyl. PSe[1])	mittlerer Druck at
368	457	277	65	4,42
432	698,5	200	100	4,47
508	876,3	164	150	4,71
533,4	876,3	164	180	5,09

Die Maschine arbeitet im Viertakt und wird liegend oder stehend gebaut. Die Verdichtung beträgt 23 bis 26 at, wovon die höheren Drücke zu den neueren Maschinen gehören. Die Verbrennung erfolgt bei gleichbleibendem Rauminhalt und einem höchsten Druck von 42 at.

Der Brennraum hat die Grundform von zwei Kegeln, die unter einem Winkel gegeneinander geneigt und in deren Spitzen die Brennstoffventile angeordnet sind. Die in eine

Abb. 3. Brennstoffventil.

Abb. 4. Brennstoffpumpe.

Gerade fallenden Seiten tragen das Ein- und das Auslaßventil, die geneigten Seiten münden durch ein Loch in den Zylinder. Der Kolben hat in seinem inneren Totpunkt gerade noch so viel Spiel, daß er bei Überlast den Kopf nicht berührt. Die gesamte Luft wird also in den Brennraum gedrückt. Bei den kleineren Maschinen werden Brennraum und Zylinderkopf aus einem Stück gegossen, bei den größeren werden sie nach Linie a—b getrennt.

Das Brennstoffventil, Abb. 3, zeigt so recht die große Einfachheit der neuen Maschine. Das Öl kommt durch das starke

[1]) in diesem Aufsatz durchweg engl. Pferdestärken.

Kupferrohr *a* an, fließt durch ein Metallsieb, das in die U-förmig gebogene Kupferdichtung *b* eingeklemmt ist, dann durch das Rückschlagventil *c* und schließlich durch die Schraubenzüge im Zapfen *d* zur Düse *e*. Das Ganze sitzt in einem Gehäuse aus Bronze und ist so geteilt, daß alle Teile leicht herausgenommen werden können.

Die Brennstoffpumpe, Abb. 4, wird von der Steuerwelle aus durch einen gehärteten Daumen und eine Rolle angetrieben. Der Bolzen der Rolle ist in einem Führungskolben *a* gelagert, der mittels eines gehärteten Zwischenstückes *b* auf den eigentlichen Kolben *c* drückt. Dieser besteht aus Bronze, ist außen geschliffen und mit Dichtungsrillen versehen und innen hohl gebohrt. Er wird durch eine leichte Feder *d* zurückgeführt. Der Zylinder *e* ist aus dichter Bronze hergestellt und auf das Maß des Kolbens genau aufgerieben. Damit der Kolben bei den hohen Öldrücken dicht bleibt, ist besonders gute Werkstattausführung nötig. Eine Hilfsvorrichtung, die das Dichthalten erleichtert, ist in Abb. 4 nicht dargestellt. Das Öl tritt durch die beiden links befindlichen Saugventile *f* in die im Gesenk geschmiedete Ventilkammer und fließt durch das in der Mitte befindliche Druckventil *g* und ein Rückschlagventil *h* zu den Einspritzventilen der Maschine. Die Pumpe trägt einen Handhebel, womit man sie und die Brennstoffventile probieren kann. Ferner kann man damit das Spiel zwischen dem Antriebdaumen und der Rolle genau einstellen oder gar die Pumpe abstellen und in Stoppstellung durch einen kleinen Sperrhebel sichern.

Die Pumpe wird in der Weise geregelt, daß man ein kleines Überlaufventil *i* an ihrer höchsten Stelle früher oder später öffnet. Das Ventil wird durch einen Winkelhebel und einen zweiarmigen Hebel *k* angetrieben, der an einer Seite von dem Führungskolben der Pumpe, auf der anderen Seite von dem Reglergestänge betätigt wird. Die Regelung der Pumpe erfolgt stets am Ende des Einspritzvorganges, der Beginn des Einspritzens ist daher unveränderlich. Es beginnt etwa 40° vor dem Totpunkt und wird je nach Art des Brennstoffes und Drehzahl der Maschine so eingestellt, daß der Höchstdruck im Zylinder bei Vollast 42 at nicht überschreitet. Der Einspritzdruck beträgt bei Vollast etwa 175 at. Er ändert sich mit der Viskosität des Brennstoffes und der Belastung und schwankt zwischen rd. 70 at bei Leerlauf und 200 at bei Überlast.

Der Brennstoff muß über den ganzen Brennraum fein zerstäubt werden, damit er die ganze Luftmenge erreicht. Da er keine Wand treffen darf, muß die Form des Brennraumes der Form des Brennstoffstrahls gut angepaßt werden. Ferner muß die Durchschlagkraft des Strahls groß sein, damit er gut durch den Luftraum dringt. Allgemein reicht nun ein weniger zerstäubter Strahl weiter als ein fein zerstäubter, und bei langen Brennräumen erzielt man bessere Ergebnisse mit einem weniger zerstäubten Strahl, der durch eine große Düse mit geringer Geschwindigkeit eingespritzt wird; denn bei zu feiner Zerstäubung ballt sich der Brennstoff wegen der ungenügenden Durchschlagkraft in der Nähe des Einspritzventiles zusammen und kommt mit einem Teil der Luft nicht in Berührung.

Die Düsenöffnung hat aus diesen Gründen 0,6 bis 1,5 mm Dmr., und die Strahlgeschwindigkeit in der Düse beträgt bei Vollast 45 bis 130 m/s. Die Einspritzung dauert 0,0126 bis 0,047 s und erstreckt sich über 20 bis 40° Kurbelwinkel. Der kleinsten Düsenöffnung von 2 × 0,6 mm (jede Maschine hat zwei Ventile) entspricht die kürzeste Einspritzung 0,0126 s bei Vollast; der Strahl muß dabei 200 mm weit fortschreiten, bis er auf den von der anderen Seite kommenden trifft. Die größte Düsenöffnung von 2 × 1,5 mm gehört zur längsten Einspritzdauer von 0,047 s, und der Strahl ist 380 mm lang.

Der Pumpenhub ist so bemessen, daß theoretisch etwa das Doppelte des Vollastölverbrauches gefördert wird. Damit ist der Überlast von 20 vH und dem volumetrischen Wirkungsgrad der Pumpe Rechnung getragen, der einmal zu 75 vH bestimmt wurde. Außerdem ist immer etwas Überlauf an dem Regulierventil notwendig, denn bei geschlossenem Ventil verläuft das Ende der Einspritzung zu schleichend, und die Maschine raucht.

Der Brennraum ist durch ein Loch mit dem Zylinder verbunden. Diese Öffnung wird etwas kleiner als der Durchmesser des Ein- und Auslaßventiles, damit kein Ventil in den Zylinder fallen kann, wenn seine Spindel bricht. Beim Verdichtungshub wird die Luft durch diese Öffnung gedrückt und erzeugt im Brennraum eine Wirbelung, die auf die Verbrennung günstig einwirkt. Das dies der Fall ist, haben Versuche bewiesen, bei denen nur der Brennraum geändert wurde. Die Verbrennung war nie rauchfrei und der Ölverbrauch immer höher. Auch die Versuche mit einem einzigen Brennstoffventil, das wie bei den Lufteinspritzmaschinen zwischen Ein- und Auslaßventil angeordnet wurde, waren erfolglos; wahrscheinlich sind dazu brauseartige Einspritzvorrichtungen und viel höhere Einspritzdrücke nötig.

Abb. 5 und 6.
Stehende kompressorlose Viertakt-Ölmaschine.

Die Zylinderköpfe bestehen aus Gußeisen mit geringem Phosphor- und Schwefelgehalt. Sie werden ebenso wie die Kolben und Laufbüchsen vor der Bearbeitung sorgfältig ausgeglüht. Die dem Brennraum zugekehrten Teile der Zylinderköpfe sind der besseren Kühlung wegen sehr dünn bemessen. In der Richtung der Zylinderachse sind das Ein- und Auslaßventil sowie das Anfahrventil eingebaut; die beiden Brennstoffventile sind seitlich angeordnet. Erwähnenswert ist ein Schmelzpfropfen, eine mit einem Zinkkern versehene Verschraubung, die in jedem Kopf an einer von den heißen Gasen berührten Wand angebracht wird. Wird die Maschine angelassen, ohne daß man das Kühlwasser angestellt hat, so wird durch das Ausschmelzen des Zinkkernes der Brennraum mit dem Kühlwasserraum verbunden, die Maschine verdichtet nicht mehr und wird stillgesetzt, bevor größerer Schaden entsteht.

Die Kolben sind alle ungekühlt und in einem Stück gegossen. Nur bei den größten Maschinen wird der Kolbenkopf abgeteilt. Alle Kolben haben je 6 Dichtungsringe von 9,5 mm Breite. Der Kolbenboden ist zugespitzt, wodurch Risse so gut wie ausgeschlossen werden und zugleich die gegenüberliegende Brennraumwand eine widerstandsfähigere Form gegen Wärmedehnungen erhält. Eine Blechplatte zwischen Kolbenbolzen und Kolbenboden verhindert, daß Schmieröl gegen den heißen Boden geschleudert wird und verdampft. Die Kolben haben in kaltem Zustand in den Laufbüchsen $^1/_{1000}$ *d* Spiel. Von den Ringen nach dem Kolbenboden zu wird das Spiel stärker. Die Kolbenbolzen aus kohlenstoffarmem Stahl sind hohl, damit sie leichter werden, und an der Oberfläche gehärtet und geschliffen. Die Bolzen werden an beiden Enden schwach kegelig in die Kolben eingepaßt und mit Keil und Schraube gegen Verdrehen und Verschieben gesichert.

Die Schubstangen werden aus Stahl von 5000 kg/cm² Festigkeit geschmiedet. Sie haben an beiden Enden Weißmetallager, wobei am Kolbenende rd. 130, am Kurbelende rd. 85 kg/cm² Lagerdruck, gerechnet mit den Höchstdrücken, zugelassen werden. Die Stangen sind mit zehnfacher Sicherheit gegen Knickung berechnet, was weniger sein dürfte, als im allgemeinen bei europäischen Maschinen angewandt wird, jedoch vollkommen zu genügen scheint, da bereits einige hundert Zylinder mit so leichten Stangen laufen. Die Schubstangenbolzen am Kurbelende mußten dagegen stärker als üblich gemacht werden, da mangelhafte Bearbeitung — die Auflageflächen für Bolzenkopf und Mutter sind manchmal nicht rechtwinklig zur Lochachse — und schlechte Bedienung — beim

Nachstellen werden auf einer Seite mehr Zwischenbleche als auf der andern herausgenommen — zusätzliche Biegebeanspruchung der Bolzen verursachen. Die zulässige Beanspruchung wurde daher auf rd. 280 kg/cm² herabgesetzt.

Die Kurbelwelle aus Stahl von 5600 kg/cm² Festigkeit ist in der üblichen Weise konstruiert. Auch hier war mangelhafte Bedienung der Maschinen, wodurch die verschiedenen Lager einer Welle nicht in gleicher Höhe blieben und schließlich die Wellen

Abb. 7. Mittlere Brennprobe.

Abb. 8. Überlastprobe. Volleistung 150 PS_e.

rachen, der Grund, alle neueren Wellen so stark zu bemessen, aß sie den Vorschriften der Versicherungsgesellschaften für chiffsmaschinen entsprechen.

Ein Paar Schraubenräder, wovon das angetriebene Rad im Vinkel verstellt werden kann, treibt die zur Zylinderachse parallele Steuerwelle, von der die Brennstoffpumpen und der Regler etätigt werden. Im Anschluß an diese treibt ein Kegelräderpaar ei manchen Maschinen eine besondere Querwelle mit den Daumen ür die Ventile. Die Daumen werden aus Hartguß hergestellt und n der Lauffläche geschliffen.

Ein- und Auslaßventile sind untereinander gleich. Die Venlköpfe werden aus besonderem Eisen gegossen und auf die Spinel kegelig aufgeschrumpft und vernietet. Das Gehäuse des Ausaßventils wird durch Wasser gekühlt. Das Anfahrventil besteht us einem durch Daumen geöffneten und durch Luftdruck gechlossenen Steuerventil und aus einem einfachen Rückschlagentil im Zylinderkopf. Durch Öffnen eines Hahnes in der Anhr-Luftleitung wird das Steuerventil in Tätigkeit gesetzt. Das ückschlagventil schließt nur die Verbindungsleitung gegen den rennraum ab.

Bei jeder Maschine ist ein Zylinder mit einer Vorrichtung ersehen, um die Anfahrflaschen während des Laufes der Mahine mit Druckluft zu füllen. Sie besteht aus einem besondeen, gekühlten Rückschlagventil, das bei jeder Zündung einen eil der Gase in die Anfahrflaschen entweichen läßt, die so in 5 bis 30 min den erforderlichen Druck erhalten. Das Verfahren t sehr wertvoll, wenn aus Sparsamkeitsgründen kein Luftkomressor aufgestellt wird.

Die Zylinder-Laufbüchsen werden am Kopfende zwischen opf und Rahmen festgehalten. Am Kurbelende sind sie im Rahen frei beweglich und durch zwei eingepreßte Gummiringe abedichtet. Die Büchsen werden auch außen bearbeitet und haben Mittel bei allen Maschinen rd. 20 mm Wandstärke, damit die olben besser gekühlt werden. Vom Standpunkt der Festigkeit nd die Büchsen noch reichlich stark. Bevor man sie in den ahmen einsetzt, prüft man sie mit Wasser auf 35 at Innendruck.

Die Hauptlager der liegenden Maschinen haben Ringschmieng. Durch einen Schleuderring wird ferner der Kurbelzapfen schmiert, von dem aus das Öl durch die hohle Schubstange zum olbenbolzen gelangt. Die Zylinderschmierung besorgen Schmierumpen. Im allgemeinen sind alle Lagerschmierungen nach den rundsätzen von Prof. Gümbel gebaut.

Die stehenden Maschinen Abb. 5 und 6 haben als fe U-Träger ausgebildete Grundplatten, die alle Grundger aufnehmen. Auf der Grundplatte baut sich der in nem Stück gegossene Zylinderbock auf, der die besonren Zylinderlaufbüchsen erhält. Die Steuerwelle wird durch hnräder angetrieben und ist vorn an der Maschine so tief anordnet, daß sie mit Pumpen und Regler von einer kleinen Plattm aus bedient werden kann. Die Ventile werden durch leichte ßstangen betätigt. Der Auspuff wird in einem gemeinsamen, t Wasser gekühlten Rohr unter Maschinenhausflur und von da h außen geführt. Die Ansaugeluft tritt durch ein gemeinsames hr von außen zu den Ventilen. Die Kolbenbolzenlager sind bei sen Maschinen geschlossene Büchsen aus Bronze. Dies macht einfacher und ermöglicht, viel größere Kolbenbolzen unterzungen, so daß ihr spezifischer Flächendruck noch weiter verdert wird. Die Maschinen haben die übliche Druckschmieg; eine Zahnradpumpe saugt das Öl aus der Grundplatte, ickt es durch Filter, Kühler und ein in die Grundplatte eingossenes Rohr zu den Grundlagern und von da durch Bohrun zu den Kurbelzapfen und Kolbenbolzen. Die Zylinder wer durch den im Gehäuse befindlichen Öldunst geschmiert, haben o keine besondere Schmierung. Die untersten Kolbenringe rden als Ölabstreifer ausgebildet, und unten an den Zylinderfbüchsen befestigte Platten verhindern, daß die Kolbenlaufhen von der Kurbel her mit Öl bespritzt werden. Die Steuerlen laufen mit allen Daumen und Lagern im Ölbad. Ihre Zahner werden vor der Eingriffstelle durch besondere Rohre sehr reichlich geschmiert. Alles Öl sammelt sich in dem Trog der Grundplatte, wo sein Kreislauf beginnt.

Der Brennstoffverbrauch beträgt auf Grund der Proben, denen jede Maschine vor dem Versand unterworfen wird, bei Vollast 186 bis 195 g/PS_eh (s. Abb. 7 und 8). Bei eingelaufenen Maschinen wird der Verbrauch etwas besser; so ergab die erste stehende Maschine bei einem sechstägigen Vollastprobelauf im Mittel 181 g/PS_eh. Der Schmierölverbrauch betrug bei denselben Versuchen rd. 1,8 g/PS_eh. Die verschiedenen Brennöle aus den Vereinigten Staaten und Mexiko, die im Laufe der Zeit benutzt wurden, verbrannten manchmal bei Luft-, manchmal bei Pumpeinspritzung besser, ohne daß die Gründe für ihr Verhalten genau festgestellt werden konnten.

Die Fabrikation der beschriebenen Maschine wird durch Normen ihrer einzelnen Teile weitgehend unterstützt. So haben alle Maschinen ohne Rücksicht auf Zylinderzahl und Leistung gleiche Regler, alle Brennstoffventile sind bei allen Maschinen genau gleich, ausgenommen bei der größten, bei der das Gehäuse des Ventils länger ist. Die wichtigsten Teile der Einspritzpumpe sind Gesenkschmiedestücke, die Lagerschalen der Steuerwellen aus Spritzguß hergestellt. Diese Herstellung in Mengen liefert billigere und besser passende Teile, da es sich lohnt, dafür Sonderwerkzeuge zu bauen.

Am meisten aber befriedigt die große Vereinfachung, die durch den Wegfall des Kompressors, der ganzen Hochdruckluftanlage und des verwickelten Diesel-Einspritzventiles erreicht wurde, s. Abb. 9. Dabei wurden keinerlei Nachteile in Kauf genommen; die Maschine wird überall mit Wasser gekühlt, sie fährt ohne besondere Zündmittel kalt an, und ihr Ölverbrauch bewegt sich in denselben Grenzen wie bei Lufteinspritzung. Der mechanische Wirkungsgrad beträgt etwa 0,85 für die neue und 0,9 für die eingelaufene Maschine. Der Brennstoffverbrauch, bezogen auf die indizierte Leistung, ist natürlich größer als bei der Lufteinspritzung; da die Maschine aber bei allen Belastungen rauchfrei arbeitet, hat dies zunächst keinen weiteren Nachteil. Ferner muß man beachten, daß die Maschinen mit Pumpeinspritzung eben erst eingeführt wurden, also Verbesserungen zu erwarten sind. Natürlich sind nicht die Kosten des Brennstoffes, sondern die erhöhte Betriebsicherheit ausschlaggebend, denn Maschinen mit hohem Ölverbrauch setzen den Überschuß nicht in mechanische Arbeit, sondern in Wärme um, laufen heißer und erschweren den Kolbenringen der Zylinderschmierung und den Auslaßventilen ihre Arbeit.

Abb. 9.

Wenn es auch gelungen ist, die Zahl der zum Einspritzen und Zerstäuben des Brennstoffs nötigen Teile weitgehend zu verringern, so müssen diese Teile doch mit großer Sorgfalt hergestellt werden. Am wichtigsten ist wohl das Einspritzventil. Die kleine Bohrung am Ende der Düse muß genau zentrisch, gerade und zylindrisch sein, der Kegel vor der Düse muß genau bearbeitet werden, das kleine Rückschlagventil muß rasch und sicher schließen, und sein Durchmesser muß zur Schließkraft der Feder im richtigen Verhältnis stehen. Öle von verschiedener Viskosität brauchen ferner verschieden weite Düsen, wie die Erfahrung bald ergeben hat. Zu jedem Einspritzventil werden daher drei Düsen mitgeliefert, deren freie Querschnitte sich wie rd. 1,25 : 1 : 0,75 verhalten und wovon die größte für schwere Öle, unter rd. 20 ° Bé, die

mittlere für Diesel-Öle von 20 bis 30 ° Bé und die kleinste für leichte Öle von rd. 30 ° Bé aufwärts bestimmt ist.

Die Brennstoffpumpe muß mit Rücksicht auf die hohen Drücke besonders sorgfältig gebaut werden. Wichtig ist, daß Kolben und Zylinder genau zusammenpassen und alle unter hohem Druck stehenden Teile aus dichtem Metall bestehen; am besten ist geschmiedeter Stahl. Da das kleine Überlaufventil gegen den Höchstdruck der Pumpe geöffnet werden muß, muß man auch die Regelung sorgfältig entwerfen. Luftsäcke, sogar kleine Luftblasen in der Pumpe oder den Leitungen würden die Einspritzung verlangsamen und die Zerstäubung sofort verschlechtern. Daher liegt das Regelventil an der höchsten Stelle der Pumpe, so daß diese nach jedem Einspritzen entlüftet wird.

Abb. 10. Schnitt durch den Zylinderkopf.

Abb. 11. Umgebauter Brennraum einer Maschine mit Lufteinspritzung.

Auf alle diese Punkte kann bei Entwurf und Fabrikation sehr leicht Rücksicht genommen werden, wenn sie nur erst klar erkannt sind, und die Bedienungsmannschaft sieht dann nur die äußerst einfache Maschine, an der „gar nichts mehr dran ist". Infolgedessen ist dies die einzige Form, die sich noch verkaufen läßt, und die De La Vergne Machine Co. hat den Bau aller anderen so gut wie aufgegeben. Bis jetzt sind etwa 31 000 PS_e in Betrieb oder im Bau. Davon ist etwa die Hälfte Neubau, die andere Hälfte Umbau von alten Maschinen mit Lufteinspritzung. Diese haben einen kleinen Kompressor und Glühhaube und arbeiteten mit 20 at Verdichtung, s. Abb. 10. Si werden nach Abb. 11 umgebaut, wodurch sie einfacher, wirtschaft licher und weniger feuergefährlich werden. Auch alte Hornsby Acroyd-Maschinen von insgesamt 1700 PS_e Leistung sind umge baut und im Umbau, und eine Voll-Dieselmaschine ist bereits umgebau

Die beschriebene Pumpeinspritzung ist bis jetzt nur für Vier takt-Landmaschinen entwickelt. Ihrer Anpassung an die Zwei taktmaschine steht nicht nur nichts im Wege, sondern sie ist soga einfacher auszuführen. Dem Brennraum kann man eine besser Form geben, und der Antrieb der Pumpe von der Kurbelwelle au kann einfacher und kräftiger werden. Ebenso steht die Entwick lung zur Schiffsmaschine bevor. Sie könnte bis zu 1000 PS_e jet schon gebaut werden, nachdem Landmaschinen seit fünf Jahre in Betrieb sind. Es entspricht den konservativen Bestrebunge im Schiffbau, Neuerungen im Landmaschinenbau zu erprobe Die große Vereinfachung und dadurch erhöhte Betriebsicherhe der Pumpeneinspritzung wird jedoch auch dort bald siegen. D Entwicklung des Ölmaschinenbaues dürfte daher in den nächste Jahren in der Richtung der mechanischen Einspritzung gehen, d eine wirtschaftlichere, einfachere und billigere Maschine versprich und sich außerdem infolge des Wegfalls des für verschiedene M schinen verschieden großen Kompressors besser für die Herste lung in großen Mengen eignet. [1499]

Hanfbau in Deutschland.

Die Frage, ob man durch Anbau von Hanf der Textilindustrie, deren Arbeiterschaft im Frieden etwa 1¼ Mill. Köpfe betragen hat, die notwendigen Rohstoffe aus inländischer Erzeugung bereitstellen könnte, beschäftigte den Reichsausschuß für Technik und Landwirtschaft in seiner letzten Sitzung.

Von dem Gesamtbedarf der deutschen Faserindustrie an Baumwolle, Wolle, Hanf, Flachs, Seide, der 1913 860 000 t betrug, wurden damals nicht mehr als 3 vH, etwa 20 000 t, in Deutschland erzeugt, während der Rest für 1300 Mill. Goldmark aus dem Ausland eingeführt wurde. Inzwischen ist die Verwollung der Hanffaser so weit gelungen, daß man davon 50 vH zusetzen und sehr brauchbare, insbesondere dauerhafte, feste Stoffe erhalten und mit den heute vorhandenen Textilmaschinen Rohstoffe verarbeiten kann, die zur Hälfte aus inländischen Fasern, z. B. Hanf, bestehen; wenn also genügend Hanf angebaut wird, könnte man damit die Hälfte der Ausgaben für die ausländischen Faserstoffe sparen. Geht man davon aus, daß der Hanfbau unserer Nahrungserzeugung keine Fläche entziehen darf, so wären wir trotzdem in der Lage, auf rd. 1 Mill. ha bisher überhaupt nicht nutzbar gemachtem Moorboden, der über das ganze Reich verteilt ist, ein geradezu ideales Gelände für den Hanfbau zu gewinnen; dazu kämen noch rd. 1½ Mill. Hektar Brüche in den Forsten.

Der Anbau des Hanfes wird heute dadurch erleichtert, daß die Kenntnis seiner Pflege inzwischen Fortschritte gemacht hat, daß genügend und geeignete Saat vorhanden, kein Wagnis mit dem Anbau verbunden ist, und der Hanf bei gleichen Anbauflächen auf dem Moor ebensoviel wie Weizen oder Zuckerrüben auf bestem Acker einbrin Die Aussichten werden aber noch besser, wenn technische Einric tungen die Ernte und die Abfuhr der außerordentlich hoch wachsend Pflanze erleichtern und weiterverarbeitende Fabriken in bequemer En fernung angelegt werden. Dazu kommt, daß der Hanf noch gute Au sicht auf züchterische Entwicklung bietet, da die Pflanze seit 200 b 300 Jahren unverändert geblieben ist, während man die Erträge b Weizen durch Züchtung der Sorten in den letzten Jahrzehnten um bis 100 vH gesteigert hat.

Neben dem Ertrag von rd. 300 kg Bastfasern liefert der Ha noch rd. 60 kg Speiseöl auf 1 Morgen, das man aus 250 kg Körne preßt, und schließlich verbleiben dabei noch die Ölkuchen, die 4 v Fett, 23 vH Eiweiß und 10 vH Kohlenhydrate enthalten, alles Stof die in unserer Volkswirtschaft in geradezu verhängnisvoller We fehlen. Die Abfälle der Weiterverarbeitung des Hanfes können v feuert werden.

Bekannt ist auch, daß der Hanf wie keine andre Pflanze im Mo das Unkraut erstickt und den Acker für die folgende Frucht vorbereit Schwierig ist nur noch die Ernte. Solange es noch keine Mähmaschin für Hanf gibt, darf man daher den Hanf nicht zu hoch werden lass indem man ihn dichter sät. Den Landwirt kann man zum Hanfb dadurch besonders reizen, daß man ihm beim Abliefern der Faser ferti Stoffe als Entgelt gibt.

Zum Brechen des Hanfes kann man die Wintermonate ausnutz Die Industrie könnte durch Herstellung von technischen Einrichtung für Ernte, Anbau, Abfuhr und Weiterverarbeitung gewaltig mithelf Außer den neuen landwirtschaftlichen Maschinen würden Arbei maschinen und Motoren zum Antrieb nötig sein. [M 270] Dr. Schl

Auswertung der Kennlinien von Francisturbinen.

Von Dr.-Ing. R. Müller, München.

Darstellung der Versuchsergebnisse durch Kennlinien. — Berechnung des Energieverlustes, seiner Hauptbestandteile und der entsprechenden Beiwerte. — Ermittlung des stoßfreien Eintrittes und drallfreien Austrittes des Wassers am Laufrad. — Berechnung des wirksamen Eintritt- und Austritthalbmessers des Laufrades.

In einem früheren Aufsatz habe ich den Energieverlust von Kreiselradmaschinen an der Hand ihrer Kennlinien und Schaufelzeichnungen näher untersucht[1]. Sehr oft stehen aber die Schaufelzeichnungen nicht zur Verfügung; um dann trotzdem durch Auswerten der Versuchsergebnisse die Haupteigenschaften der Turbine zu ermitteln, benutze ich folgendes Verfahren:

Die bei gleichbleibendem Gefäll H erhaltenen Versuchswerte werden nach Abb. 1 aufgetragen[2]. Hieraus kann man den Wirkungsgrad η und die Leitschaufelöffnung a für jeden Betriebspunkt der Turbine bestimmen, der bei dem Gefäll H durch die sekundlich verbrauchte Wassermenge Q und die minutliche Drehzahl n gekennzeichnet wird. Zur Erleichterung des Umrechnens für verschiedene Gefälle zeichnet man die Kennlinien für das Gefäll $H = 1$ m auf.

Es soll zunächst der Energieverlust V von 1 kg/s verbrauchtem Wasser ermittelt werden; dieser umfaßt alle bei der Strömung des Wassers durch die Turbine auftretenden Verluste, und zwar die Strömungsverluste in Gehäuse, Leitvorrichtung, Laufrad und Saugrohr, ferner den Spaltverlust und den Bremsverlust der im Wasser umlaufenden inneren Turbinenteile. Bezeichnet N die an der Welle verfügbare Leistung und N_r den Lager-, Stopfbüchsen- und Bremsverlust der in Luft umlaufenden äußeren Turbinenteile in PS, so gilt für die vom Laufrad an die Welle abgegebene hydraulische Turbinenleistung

$$N_h = N + N_r \quad \ldots \ldots \ldots (1),$$

worin

$$N_r = a\,n + b\,n^3 \quad \ldots \ldots \ldots (2)$$

gesetzt werden kann. Die festen Zahlen a und b sind durch Auslaufversuch bestimmbar. Als hydraulischer Wirkungsgrad gilt das Verhältnis

$$\varepsilon = \frac{75\,N_h}{\gamma Q H} = \eta + \frac{75\,N_r}{\gamma Q H} \quad \ldots \ldots (3),$$

wobei γ das spezifische Gewicht des Betriebswassers ist. Der Strömungsverlust ist

$$V = \frac{1}{\gamma Q}(\gamma Q H - 75\,N_h) = (1 - \varepsilon)\,H \quad \ldots \ldots (4).$$

Er wird bei gleichem Wasserverbrauch Q am kleinsten, wenn das Wasser in das Laufrad stoßfrei eintritt und drallfrei austritt. Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, ergeben sich zusätzliche Verluste. Man kann sich daher V aus folgenden Hauptbestandteilen zusammengesetzt denken:

1. Strömungsverlust in der Turbine bei stoßfreier Beaufschlagung und drallfreiem Wasserabfluß
$$V_{\zeta_0} = \zeta_0\,Q^2,$$

2. Stoßverlust beim Eintritt in das Laufrad, entsprechend dem Drallunterschied $\vartheta_1 - \vartheta_0 = r_1\,c_{u_1} - r_1\,c_{u_0} = r_1\,c_s$,
$$V_\sigma = \sigma\,(\vartheta_1 - \vartheta_0)^2,$$
vergl. Abb. 2;

3. Drehverlust, entsprechend einem Austrittsdrall $\vartheta_2 = r_2\,c_{u_2}$,
$$V_\rho = \rho\,\vartheta_2^2,$$
vergl. Abb. 3.

Hinsichtlich der Beiwerte darf man annehmen, daß ζ_0 unveränderlich ist und daß σ von $(\vartheta_1 - \vartheta_0) : Q$ und ρ von $\vartheta_2 : Q$ abhängt.

$$\frac{V}{Q^2} = \frac{(1-\varepsilon)\,H}{Q^2} = \zeta_0 + \frac{\sigma\,(\vartheta_1 - \vartheta_0)^2 + \rho\,\vartheta_2^2}{Q^2} \quad \ldots \ldots (5)$$

erreicht seinen kleinsten Wert ζ_0 für $\vartheta_1 = \vartheta_0$ und $\vartheta_2 = 0$, d. h. bei stoßfreiem Eintritt und drallfreiem Austritt. Den zugehörigen Betriebspunkt P_0 ermittelt man in Abb. 1 am einfachsten durch Probieren. An dieser Stelle hat $(1-\varepsilon) : Q^2$ oder angenähert $(1-\eta) : Q^2$ den kleinsten Wert. Hierbei geht man zweckmäßig von denjenigen Betriebspunkten in der Nähe von η_{max} aus, wo die Tangenten an die η-Kurven parallel zur n-Achse sind, da für diese Punkte $(1-\eta) : Q^2$ am kleinsten ist.

Zieht man durch den Anfang 0 in Abb. 1 einen beliebigen Strahl, so ist für alle darauf gelegenen Betriebspunkte H, Q, n das Verhältnis $Q : n$ unveränderlich. Wie aus Abb. 3 hervorgeht, sind dann die entsprechenden Geschwindigkeitsdiagramme für den Laufradaustritt einander geometrisch ähnlich. Hieraus folgt, daß für alle diese Betriebspunkte das Wasser am Laufrad drallfrei austritt, also $\vartheta_2 = 0$ ist.

Die Bestimmung des durch die Leitvorrichtung erzeugten Dralles ϑ_0 ermöglicht die Annahme, daß die Strömung im Bereich des Laufrades der Eulerschen Gleichung entspricht:

$$\frac{u_1\,c_{u_1}}{g} - \frac{u_2\,c_{u_2}}{g} = \varepsilon\,H \quad \ldots \ldots (6).$$

Werden hierin die Umfangsgeschwindigkeiten u_1 und u_2 nach

$$u = \frac{\pi\,n}{30}\,r$$

eingesetzt, so erhält man für die Abnahme des Dralles zwischen Austritt aus der Leitvorrichtung und Eintritt ins Saugrohr:

$$\vartheta_0 - \vartheta_2 = \frac{30}{\pi}\,g\,H\,\frac{\varepsilon}{n} \quad \ldots \ldots (7)$$

Da der Austrittsdrall für den Strahl OP_0 null ist, so ergibt sich der Leitschaufeldrall ϑ_0 für die ihm entsprechenden Betriebspunkte nach

$$\vartheta_0 = \frac{30}{\pi}\,g\,H\,\frac{\varepsilon}{n} \quad \ldots \ldots (7a).$$

Geht man nun von irgendeinem dieser Punkte auf der durch ihn verlaufenden Kurve gleicher Leitschaufelöffnung a_0 weiter, so ändert sich ϑ_0 proportional Q, da hierbei der Winkel α_0 des Eintrittsdiagramms, Abb. 2, als unveränderlich angenommen werden darf. Man kann so für jeden beliebigen Betriebspunkt den Leitschaufeldrall ϑ_0 ermitteln und nach Gl. (7) den zugehörigen Austrittsdrall ϑ_0 berechnen.

Der Drall ϑ_1 am Laufradeintritt stimmt im Punkt P_0 mit dem Drall ϑ_0 beim Austritt aus dem Leitschaufelrad überein. Für einen beliebigen, durch O gelegten Strahl läßt sich gleichfalls derjenige Betriebspunkt ermitteln, wo $\vartheta_0 = \vartheta_1$ wird, d. h. das Laufrad stoßfrei beaufschlagt ist. Da für sämtliche Betriebspunkte eines durch O gelegten Strahles $\vartheta_2 : Q$ und damit auch ρ unveränderlich ist, so er-

Abb. 2 Eintrittsdiagramm

Abb. 3 Austrittsdiagramm

Abb. 4 Beiwerte

Abb. 1 Kennlinien einer Francisturbine bei gleichbleibendem Gefäll H

[1] Z. 1919 S. 601.

[2] Als Gefäll wird hier die Abnahme der Strömungsenergie von 1 kg/s zugeführtem Wasser innerhalb der Turbine angesehen. Näheres hierüber s. Z. 1919 S. 605.

reicht nach Gl. (5) $V:Q^2$ für denjenigen Punkt des Strahles seinen kleinsten Wert, für welchen $\vartheta_0 = \vartheta_1$ wird. Man kann hiernach ϑ_0 für jeden Betriebspunkt bestimmen, und da ϑ_1 auf dem Strahl proportional Q wächst, was aus Abb. 2 hervorgeht, so kann man auch den Eintrittsdrall ϑ_1 für jeden Betriebspunkt ermitteln. Die Beiwerte ζ_0, σ und ρ können dann nach Gl. (5) für jeden Betriebspunkt berechnet werden, vergl. Abb. 4.

Die radialen Abmessungen des Laufrades ergeben sich aus folgenden Überlegungen: Nach der Eulerschen Gleichung (6) gelten für zwei Punkte R und R' auf einer Kurve gleicher Schaufelöffnung a_0:

$$r_1\, c_{u_0} - r_2\, c_{u_2} = \frac{30}{\pi} g\, H \frac{\varepsilon}{n},$$

$$r_1\, c'_{u_0} - r_2\, c'_{u_2} = \frac{30}{\pi} g\, H \frac{\varepsilon'}{n'}.$$

Nach den Geschwindigkeitsdiagrammen, Abb. 2 und 3, kann man hierin setzen:

$$c_{u_0} = c_{m_1} \operatorname{ctg} \alpha_0 = \frac{Q}{F_1} \operatorname{ctg} \alpha_0$$

$$c_{u_2} = u_2 - c_{m_2} \operatorname{ctg} \beta_2 = \frac{\pi}{30} n\, r_2 - \frac{Q}{F_2} \operatorname{ctg} \beta_2.$$

Durch Entfernen der Glieder mit den Winkelfunktionen erhält man

$$r_2 = \frac{900}{\pi^2} g\, H \frac{\varepsilon \frac{Q'}{n} - \varepsilon' \frac{Q}{n'}}{Q\, n' - Q'\, n}.$$

Wird $g = \pi^2$ gesetzt, so ist der wirksame Austritthalbmesser des Laufrades im Bereich der Betriebspunkte R und R'

$$r_2 = \frac{30}{n} \sqrt{\frac{\left(\frac{Q'}{Q}\varepsilon - \frac{n}{n'}\varepsilon'\right) H}{\frac{n'}{n} - \frac{Q'}{Q}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8).$$

Zur Ermittlung des Eintritthalbmessers r_1 sei wieder von R und R' ausgegangen. Wird

$$c_{u_0} = u_1 - c_s - c_{m_1} \operatorname{ctg} \beta_1 = \frac{\pi}{30} n\, r_1 - \frac{\vartheta_1 - \vartheta_0}{r_1} - \frac{Q}{F_1} \operatorname{ctg} \beta_1$$

gesetzt, so ergibt sich aus den entsprechend umgeformten Eulerschen Gleichungen der wirksame Eintritthalbmesser des Laufrades im Bereich der Betriebspunkte R und R'

$$r_1 = \sqrt{\frac{30}{\pi\, n} \frac{\vartheta'_1 - \frac{Q'}{Q}\vartheta_1}{\frac{n'}{n} - \frac{Q'}{Q}}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9).$$

Als Voraussetzung für die obigen Rechnungen gilt, daß die Strömung des Wassers durch die Turbine an jeder Stelle stetig ist. Sinkt der Druck bis etwa zur Spannung des Wasserdampfes, so bilden sich Hohlräume, die ein Gemisch von Wasserdampf, Luft und sonstigen im Betriebswasser enthaltenen Gasen einschließen. In der Nähe dieser Stellen fließt das Wasser sehr unregelmäßig, und es können hierbei erhebliche Energieverluste auftreten. Diese sollten durch sachgemäße Ausführung und Aufstellung der Turbine nach Möglichkeit vermieden werden.

Bei der Auswertung von Versuchen, die ich in der letzten Zeit an normalläufigen Francisturbinen ausgeführt habe, wurde das obige Rechnungsverfahren angewendet, und es konnten damit die Strömungsvorgänge in den Turbinen gut verfolgt werden. [1383]

BÜCHERSCHAU.[1]

Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie. Von Dr. E. Nesper. Berlin 1921, Julius Springer. 2 Bände mit 1321 Abb.

Anschließend an einen einleitenden Teil, in dem in großen Zügen die Anwendungsgebiete der drahtlosen Telegraphie, die Vorgänge bei der drahtlosen Nachrichtenübermittlung und die wichtigsten geschichtlichen Entwicklungsstufen zusammengestellt sind, beschäftigt sich der erste, 700 Seiten starke Band mit den rein physikalischen Vorgängen bei den verschiedenen Verfahren zur Erzeugung, zur Fortpflanzung und zum Empfang von Hochfrequenzschwingungen.

In der natürlichen und üblichen Reihenfolge werden zunächst eingehend die verschiedenen Sonderarten besprochen. Dann folgen zwei Abschnitte über Kopplung und Dämpfung nebst den wichtigeren Verfahren zum Messen dieser Größen. Zwei weitere Abschnitte behandeln Antennen und Wellenfortpflanzung. Hier hat auch die gerichtete Telegraphie und der Einfluß der Atmosphäre und des Zwischengeländes eingehende Berücksichtigung erfahren. Der folgende Teil des Buches bringt, nach ähnlichen Gesichtspunkten dargestellt, auf 100 Seiten die verschiedenen Empfangsverfahren. Mit zwei Abschnitten über Hochfrequenz-Meßtechnik, in denen den Wellenmessern ein etwas reichlicher Raum zugewiesen ist, schließt der erste Band. Daß in ihm mit Zahlenbeispielen, Kurven und Zahlenangaben nicht gespart wurde, macht ihn besonders wertvoll.

Der zweite Band enthält die Beschreibung der Einzelteile von Sender- und Empfängereinrichtungen und ganzer Anlagen, alle erläutert durch vorzügliche Abbildungen und viele Zahlenwerte, ferner einen Abschnitt über drahtlose Telephonie. Als Anhang ist ein umfangreiches Literatur- und Patentschriftenverzeichnis beigegeben.

Die starke Betonung der geschichtlichen Entwicklung ist wohl die Ursache, daß in beiden Bänden eine große Zahl von Dingen aufgenommen ist, von denen man heute schon sagen kann, daß sie für den weiteren Ausbau der drahtlosen Telegraphie bedeutungslos bleiben werden und nur noch geschichtlichen Wert haben. Hier wären wenigstens Hinweise durch Kleindruck oder kurze Bemerkungen empfehlenswert gewesen, die Wichtigeres von Unwichtigerem unterscheiden lassen.

Demgegenüber ist auf die mathematische Darstellung etwas zu wenig Wert gelegt, was auf die Anschauung des Verfassers zurückzuführen sein mag, daß ein Buch mit möglichst wenigen mathematischen Entwicklungen der Auffassung des Ingenieurs entspricht. (II. S. 447.) Wohl soll auch in technischen Werken auf die rein physikalische Erläuterung der Vorgänge das Hauptgewicht gelegt werden; mit ihr allein kommt man indessen in vielen Fällen nicht aus, oder sie versagt sogar ganz. Dafür liefert, ganz abgesehen von andern Gebieten der Elektrotechnik, gerade die neuere Hochfrequenztelegraphie zahlreiche Belege. Ohne die klassischen mathematischen Arbeiten über die Kathodenröhren z. B. war die rasche Entwicklung dieses unschätzbaren Hilfsmittels der Hochfrequenztechnik nicht möglich. Erst die mathematische Behandlung der Vorgänge hat die Wege geebnet für den zweckmäßigsten Bau und die Anwendungen der Röhren und vor planlosem Herumprobieren geschützt.

In einem so umfangreichen Werk wie dem Nesperschen, das auch als Lehrbuch dienen soll, hätte viel mehr zum Ausdruck gebracht werden müssen, daß heute von dem jungen Ingenieur ein recht großes Maß mathematischer Schulung verlangt wird und daß er die Mathematik nicht als notwendiges Übel betrachten darf. Dieser Mangel in der mathematischen Behandlung macht sich in dem Buch insofern sehr fühlbar, als viele Vorgänge, besonders in den Abschnitten über Kathodenröhren, nicht befriedigend oder gar nicht erläutert sind. Mittels weniger einfacher Differentialgleichungen, deren Beherrschung von jedem Ingenieur vorausgesetzt werden kann, wäre es möglich gewesen, diese Erscheinungen in einfachster Weise kurz und klar darzustellen, wobei es völlig genügt hätte, den Weg zum Ansatz der Gleichungen, zur Bestimmung der Integrationskonstanten und die endgültige Lösung anzugeben.

Störend in dem Buch sind die vielen Fremdwörter und unschönen Wortbildungen, wie Shuntung u. dergl., die unschwer zu vermeiden waren. Trotz dieser Mängel wird das Werk mit seinem reichen Inhalt, über den ein 32 Seiten starkes Inhaltsverzeichnis Aufschluß gibt, und der hervorragenden Ausstattung, die wir bei den Werken des Springerschen Verlages gewohnt sind, allen auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie tätigen Ingenieuren als Nachschlagewerk vorzügliche Dienste leisten. [B 1358] K. Wirtz.

[1] Fortsetzung der Bücherschau s. S. 71.

Technik und Kunst im Industriebau[1]).

Von Dr.-Ing. Willy P. Fuchs, Stuttgart.

Die Frage des Zusammenwirkens des Ingenieurs und des Architekten stammt aus einer Zeit, wo der Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit noch nicht so im Vordergrund stand und zu stehen brauchte wie heute. Daß die Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes bei der Lösung von Bauaufgaben, wie sie die Industriebauten darstellen, in ganz besonderm Maße erforderlich ist, braucht wohl kaum begründet zu werden. Es liegt die Frage nahe, ob denn überhaupt in der jetzigen Zeit die Aufwendung von „Kunst" bei reinen Nutzbauten noch zu verantworten ist. Wenn Kunst aufgefaßt wird als äußerliches „Schmücken", dann ist die Frage gewiß mit Nein zu beantworten; mit Ja dagegen, wenn es die nach innen dringende Kunst ist, deren Wert nicht mit der Kostensumme steigt, ja von ihr ganz unabhängig ist. Leider ist ja heute noch in weiten Kreisen, sogar unter den Ingenieuren, die Meinung verbreitet, daß Baukunst, d. h. Architektur, nur bei Prachtbauten am Platze sei. Ihnen kann nicht oft genug gesagt werden, daß auch die geringste Bahnwärterbude eine Gestaltung nach künstlerischen Gesichtspunkten verdient, und daß dem wahren Baukünstler tatsächlich auch solche kleinsten Bauaufgaben nicht zu gering sind und sein dürfen. Eben in der Beschränkung, der selbstauferlegten und auch der von außen aufgezwungenen, zeigt sich der Meister, womit natürlich nicht gesagt sein soll, daß — etwa bei der Wärterbude — jede einzelne von jedem Baukünstler verschieden gestaltet werden muß. Im Gegenteil: Ist einmal eine auch vom Schönheitsstandpunkt einwandfreie Form für eine solche Bauaufgabe unter gleichen Voraussetzungen gefunden, dann sollte diese als Type aufgestellt werden. Die heutige wirtschaftliche Lage gestattet weder dem Bauherrn noch dem Architekten, genau gleiche Bauaufgaben immer wieder neu anzupacken; das wäre Verschwendung von Zeit, Geld und künstlerischer Kraft.

Im Anfang der Entwicklung der ingenieurtechnischen Wissenschaft galt der Grundsatz: Nutzbauten für den Ingenieur, Schönheitsbauten für den Architekten. Später gab die allgemeine Ausbildung der Ingenieure im Hochbau, die an den technischen Hochschulen bis in die 70er Jahre des vorigen Jahrhunderts üblich war, diesen einen Einblick in das Wesen architektonischer Gestaltung und ihrer Bedeutung für Ingenieurbauwerke. Aber natürlich konnte die Nutzanwendung von dieser Seite nur spielerischer Art sein. Bei gewaltigen Brücken, Bahnhofbauten u. dergl. wurde schon damals in der Regel der Architekt zugezogen. Der Industriebau jedoch blieb noch lange ein Sondergebiet des Ingenieurs. Die Fabrik, die Werkstätte, betrachtete man als notwendiges Übel, für das nach den Worten des bekannten Architekten und Architekturschriftstellers Muthesius Gebäude von „trostloser Schäbigkeit" gerade gut genug waren. Erst mit dem Einsetzen des industriellen Aufschwungs und des allgemeinen Wohlstands wuchs die Bedeutung dieser Bauaufgaben.

Die nächste Folge davon war die Besserung der gesundheitlichen Verhältnisse, der Beleuchtung, Heizung und Lüftung der Arbeitsräume. Auch das Bedürfnis nach besserer Form erwachte allmählich; zu ihrer Gestaltung glaubte man des Architekten jedoch entraten zu können, denn es war die Zeit der materialistischen Kunstauffassung, die sagt: „Alles vollendet Zweckmäßige ist an sich schön." Diese mit der damaligen Weltanschauung zusammenhängende Auffassung hatte jedoch keinen langen Bestand, sie war früher überwunden als der wissenschaftliche Materialismus, der eigentlich erst unter den furchtbaren Schlägen des Weltkriegs zusammenbrach.

Gewiß, es gibt Schöpfungen der Ingenieurkunst, die an sich schon, also ohne Zutun des Architekten, einen gewissen ethischen Schönheitswert haben — ich erinnere an große Wasserbauten (Talsperren, Wasserleitungen usw.), an große Dynamomaschinen, Flugzeuge, Luftschiffe, eine neuzeitliche Schnellzuglokomotive —, aber es ist das eben nicht ästhetische Schönheit, Schönheit schlechtweg, vollendete Schönheit; es ist mehr Kraft der Erhabenheit. Und doch muß man dieser materialistischen Ästhetik den Vorzug geben gegenüber der sie ablösenden Anmasken aus fremdländischen Leihanstalten; Punkte ungelösten Konfliktes der Konstruktion werden verdeckt, „kaschiert", wie man herangezogen wird, zum Bekleidungskünstler. Das ihm vom Ingenieur im Entwurf oder gar schon im Bau fertig hingestellte Gerippe umhängt er mit Kleidern und Schmuck, die günstigenfalls heimischen Formkammern entstammen, häufig aber auch mit Masken aus fremdländischen Leihanstalten; Punkte ungelösten Konfliktes der Konstruktion werden verdeckt, „kaschiert", wie man so schön sagte. Das bedeutete selbst in den Einzelheiten an sich kaum Kunst, nur Künstelei, womit ein ingenieurtechnisch gut angelegter Entwurf um seine ganze Überzeugungskraft und bewußte Klarheit gebracht wird. Eine solche Maskerade ist der ernsten Arbeit, die in dem Raum getan wird, gänzlich unwürdig. Beispiele dieses Dekorationsstils gibt es überall leider genug.

[1]) Vorgetragen am 17. Juni 1922 im Württembergischen Verein für Baukunde (Architekten- u. Ingenieur-Verein) zu Stuttgart.

Einen tüchtigen Schritt weiter zum Bessern bedeutet der sogenannte Werkstil, der unter dem Einfluß namentlich von Münchner Baukünstlern zu Beginn dieses Jahrhunderts einsetzte. Das Stichwort lautete: Zweckmäßigkeit der Konstruktion und dann Stoff-Gerechtigkeit, d. h. Gestaltung des Werkes und seiner Form aus dem Zweck heraus, aus der Eigenart des Stoffes und der Konstruktion.

Das ist ein Weg, der besonders dem exakt denkenden Ingenieur sehr einleuchtend erscheinen muß. In Sachlichkeit und Ehrlichkeit, sagen die Verfechter des Werkstils, besteht das Wesen der industriellen Baukunst; sie verweisen dabei auf die allerdings vorzüglichen Industriebauten aus dem Anfang des vorigen Jahrhunderts im sächsischen Erzgebirge, in Berlin und anderswo. Dem ist aber dreierlei entgegenzuhalten. Gewiß waren diese Bauten sachlich, sachlich waren aber auch alle andern Werke der damaligen Baukunst; zum zweiten waren es nicht Industriebauten im heutigen Sinn mit den heutigen verwickelten Anforderungen an Licht, Luft und technische Vervollkommnung, zum dritten endlich waren sie eben nicht nur sachlich, sondern sie hatten als Hauptmerkmal jenes künstlerische „Imponderabile", das sich nicht messen, nicht errechnen und kaum erlernen läßt. Mit Sachlichkeit und Ehrlichkeit allein hätten die damaligen Baumeister ihre Nutzbauten nicht so gestalten können, wie sie gerade sind. Es ist also nicht an dem, daß die nachfolgenden Geschlechter allein das Gefühl für Sachlichkeit verloren hätten; viel schwerwiegender war, daß ihnen gleichzeitig auch das künstlerische Gefühl abhanden kam und daß damit nicht allein die Nutzbauten, die Industriebauten, künstlerisch wertloser wurden, sondern alle andern Bauwerke mit; es war das nun schon sattsam bekannte und so oft beklagte Abreißen der künstlerischen Entwicklung der Baukunst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Also um zum Ausgangspunkt der Überlegung zurückzukehren: in den Vorzügen des Werkstils liegen auch schon die Grenzen seiner Anwendbarkeit.

Der Urgrund des architektonischen Schaffens beruht eben nicht in der rein verstandesmäßigen Befolgung von Programmbedingungen, sondern in der intuitiven schöpferischen Gestaltung von äußeren und inneren Räumen. Es gibt gewisse künstlerische Grundbedingungen, die unabhängig vom Zweck, Stoff und von der Konstruktion, ja häufig im Widerspruch mit diesen stehen. Das Kunstwerk entsteht durch die Überwindung dieses Widerspruches im Kampf gegen die Materie. Welcher Architekt hätte nicht schon die Erfahrung gemacht, daß gerade diejenigen Baulösungen die reizvollsten wurden, welche im steten harten Ringen mit den Wünschen der Bauherrschaft und den technischen Gegebenheiten entstanden sind?! Um aber einen Gedanken wirksam zu bekämpfen, dazu gehört die Fähigkeit, ihn innerlich zu beherrschen. Es muß also von dem Architekten verlangt werden, daß er die Forderungen des Betriebs, daß er die neuzeitlichen Bauweisen und ihre Anwendbarkeit auf den gegebenen Fall bis ans Ende durchdenkt.

Die Gesamtaufgabe geht jedoch für den Baukünstler darüber hinaus, es gilt die Erfüllung der künstlerischen Forderungen: gute Proportionierung der Massen wie der Flächen und Gliederungen (Verhältnis der Wand zur Öffnung), des Reliefs, Rhythmus im Ganzen und Einzelnen. Die Lösung dieser letzten und höchsten Aufgabe ist keine Frage des Geistes, der erworbenen Wissenschaft, sondern der künstlerischen Intuition, der Seele. Es ist keine Entlehnung von der heutigen Anthroposophie, wenn ich behaupte: Die Bewältigung jeder Bauaufgabe ist ein Produkt der Dreigliederung: Körper, Geist und Seele; eine Synthese aus den drei Faktoren: Materie oder Materialien, dann Betriebsvorgang, soziale und bautechnische Forderungen, und endlich künstlerische Grundbedingungen. Bauten, die nur unter Mitwirkung der beiden ersten Faktoren, Körper und Geist, entstehen, werden reine Verstandeswerke, zu Kunstwerken werden sie erst durch den Hinzutritt des dritten Faktors. Allzulange und nicht allein auf dem Gebiete des Bauwesens hat man in Deutschland die beiden ersten Faktoren überschätzt; wir marschierten an der Spitze der Zivilisation, dagegen vernachlässigten wir den dritten Faktor, die seelischen Kräfte, die erst die Zivilisation auf die höhere Stufe der Kultur führen. Vielleicht war das Stahlbad des Krieges und der Nachkriegsjahre dazu bestimmt, uns dies zum Bewußtsein zu bringen.

Die Notwendigkeit, auch einem reinen Nutzbau diese Seele, den wahren künstlerischen Ausdruck, einzuhauchen, unterliegt demnach wohl keinem Zweifel. Unser Aller Lebensbedingungen und auch diejenigen der Handarbeiter sind so traurig und trostlos, daß wir anstreben müssen, wenigstens unsere Arbeit mit Freude zu erfüllen. Wir brauchen Freude und Freudigkeit zum Leben wie zum Arbeiten — nicht jene erzwungene bacchantische Lust und Lustigkeit, die leider als Revolutionserscheinung heute weite Kreise wie ein Taumel erfaßt hat und unfreudig macht zu ernster Arbeit. Die Eintönigkeit der mechanischen Arbeit in der Werkstätte wird belebt, erheitert durch den Eindruck eines wohlproportionierten, hellen luftigen Raumes. Hier hat also

die Kunst eine ethische und eine volkswirtschaftliche Sendung. Man komme uns nicht mit dem Einwand, der Handarbeiter habe kein Verständnis für solche künstlerische Wirkungen, nein, bei vielen von ihnen schlummert es und braucht nur geweckt, bei andern durch das Beispiel anerzogen zu werden.

Nach diesen verschiedenen philosophischen Abschweifungen kehren wir nun wieder auf festeren Boden zurück, zu dem eigentlichen Vorgang der Zusammenarbeit des Architekten und des Ingenieurs bei der Entwurfbearbeitung von Industriebauten. Weder die Tätigkeit des einen noch die des andern darf die primäre sein, die beiden müssen gleichzeitig beginnen, ihre Überlegungen sich völlig miteinander verflechten. Der idealste Zustand wäre natürlich, wenn sich beide Tätigkeiten in einer einzigen Person abspielten; aber dazu gehört ein Genie, wie es zu früheren Zeiten wohl ab und zu vorkam — ich erinnere an Balthasar Neumann —, unter den heutigen Verhältnissen, bei den stetig wachsenden Anforderungen beider Gebiete, nahezu unmöglich ist. Im allgemeinen hat der Architekt nicht genügend exakte Kenntnisse in den Ingenieurwissenschaften, der Ingenieur nicht genügend hochbautechnische und künstlerische Erfahrung. Weil es sich bei der künstlerischen Tätigkeit des Architekten im Industriebau nicht um ein nachträgliches Schmücken handelt, sondern um ein Durchdringen des ganzen Bauwesens, muß er vom ersten Entwurf der Anlage an herangezogen werden. Nur dann vermag er, wie Muthesius sagt, „die organisatorischen Richtlinien des Bauherrn verständnisvoll zu formen, den Sinn des Fabrikations- oder Arbeitsvorgangs zu veranschaulichen und den inneren Wert der Einrichtung und der Arbeitsmethode würdig auszudrücken".

Der häufig gehörte Anspruch des entwerfenden Ingenieurs, daß für ihn allein die statischen, mathematisch-technischen Belange, der Anspruch des Betriebsleiters, daß für ihn nur die Erfordernisse des geordneten Arbeitsvorgangs maßgebend sein dürfen, also andere Rücksichten, insbesondere Schönheitsrücksichten, für ihn nicht in Frage kommen können, wird durch die Tatsache entkräftet, daß es in jedem Fall eben nicht nur eine einzige Lösung der Aufgabe gibt. Auch hier gilt das Wort: Viele Wege führen nach Rom. Unter einer Reihe von mathematisch richtigen und praktischen Lösungen gibt es immer die eine oder andre, die auch den ästhetischen Anforderungen genügt. Wer bereits mehrfach Nutzbauten ausgeführt hat, wird davon berichten können, daß es ihm sogar schon gelungen ist, den Ingenieuren und Betriebsleitern gerade auf ihrem eigensten Gebiete nützliche Gegenvorschläge zu machen. Besonders die Betriebsleiter gehen oft nicht ganz unbefangen an die Aufgabe heran, sie können sich oft schwer entschließen, von einem vorgefaßten Plan, von altgewohnten Gepflogenheiten abzuweichen, die ihre Entstehung mehr dem Zufall als einer inneren Notwendigkeit verdanken und jedenfalls unter den im Neubau gegebenen veränderten Verhältnissen keine Berechtigung mehr haben. Soweit dies nicht schon früher der Fall war, ist bekanntlich durch das Betriebsrätegesetz auch der Arbeiterschaft eine Mitwirkung bei den Baufragen, schon bei der Aufstellung des Planes, eingeräumt worden.

Es unterliegt nun keinem Zweifel, daß der Architekt von ihnen manchen praktischen Wink erhalten kann, jedoch empfiehlt sich auch hier, die Vorschläge nicht einfach hinzunehmen, vielmehr sie auf ihre künstlerische und ihre technische und wirtschaftliche Durchführbarkeit zu prüfen. Namentlich in letzterer Beziehung fehlt es den Arbeitern oft an dem erforderlichen Augenmaß, sobald es sich um soziale oder gesundheitliche Forderungen handelt. Die Arbeit des Architekten ist ja deshalb so schwierig, insbesondere bei Nutzbauten, weil er nicht nur den künstlerischen, sondern auch den praktisch-technischen Gedanken eines jeden Baues vollständig durchdenken muß. Seine Aufgabe ist doppelt: Das Erzeugen technisch-wirtschaftlicher Zweckmäßigkeit und das intuitive, aus der Phantasie geborene Schaffen der schönen Form.

Über die allgemeine Anordnung von Industrieanlagen hat Professor Maier-Leibnitz an der Technischen Hochschule Stuttgart kürzlich vor Eisenbahnbeamten einen sehr beachtenswerten Vortrag gehalten, der sich übrigens im wesentlichen deckt mit einer Aufsatzfolge desselben Verfassers in der Südwestdeutschen Bauzeitung[1]). Ich möchte die dort gemachten Ausführungen als bekannt voraussetzen. Bei den Maschinenwerkstätten, die ich hier in erster Linie im Auge habe, sind zu unterscheiden: Bearbeitungswerkstätten, Montierwerkstätten und Magazine, jede dieser Typen entweder für sich oder kombiniert, häufig auch in Verbindung mit Schreibstuben.

Für die architektonische Gestaltung der Einzelbauten ist maßgebend, ob für sie Fernwirkung oder Nahwirkung in Betracht kommt, ob sie innerhalb eines geschlossenen Werkstättengeländes oder innerhalb städtischer oder ländlicher Wohnbezirke oder gänzlich allein stehen. Je nachdem sind auch städtebauliche Gesichtspunkte zu beachten. Alle Architektur- und Schmuckformen, die nicht wesentlich sind, also nicht zur Verdeutlichung eines statisch-dynamischen oder eines Betriebsvorgangs dienen, sind zu vermeiden. Die Formensprache des dekorativen Einzelteils, soweit solches überhaupt erforderlich, ist völlig gleichgültig; entscheidend für die Gesamtwirkung sind lediglich die Proportionen im Ganzen und Einzelnen. Bei der Farbengebung sind im allgemeinen zu aufdringliche, nicht genügend ernste Farben zu vermeiden. Innerhalb größerer Anlagen mit Ruß-, Säure- und Dampfentwicklung soll man nur Farben verwenden, die hiergegen einigermaß[en] widerstandsfähig sind. Dasselbe ist vom Putz zu sagen, den i[ch] übrigens namentlich für Maschinenwerkstätten nur dann em[p]fehlen möchte, wenn er als einmaliger dünner Spritzbewurf („ve[r]bandelt") ausgeführt ist und erst etwa über Manneshöhe begin[nt] — haltbarer ist ja jedenfalls Backsteinrohbau oder andrer Stei[n]rohbau.

[1]) 1922, S. 157 u. f.

Damit wäre ich schon auf das Gebiet der ingenieurtechnisch[en] und hochbautechnischen Einzelfragen gekommen, deren einwan[d]freie Lösung ich schon eingangs als Grundbedingung für d[ie] glückliche Lösung der Gesamtaufgabe bezeichnete, zumal heu[te], wo die Wirtschaftlichkeit von ausschlaggebender Bedeutung be[im] Bauen ist. Nur kurz will ich einige der wichtigsten Punk[te] wenigstens streifen.

Da ist vor allem die Frage der Belichtung, Heizung u[nd] Lüftung, die Ausbildung der Oberlichte, ob flachliegend od[er] pultdachförmig, ob solche mit stehenden oder mit schrägen Gla[s]flächen; dann im Zusammenhang damit die Ausbildung der Gla[s]flächen selbst, der Sprossenkonstruktion, ob aus Zink, Blei, Eis[en] oder Holz. In neuester Zeit macht Eberspächer, Eßlingen, Ve[r]suche mit Aluminiumsprossen (sie sollen das umständliche u[nd] kostspielige Nachstreichen entbehrlich machen). Wichtig ist d[ie] Frage, ob die Verglasung der Oberlichte doppelt oder einfach se[in] soll usw. Bezüglich der Stützen und Wände ist die Überlegu[ng] von Wichtigkeit, ob sie aus Holz, Beton, Eisenbeton, Werkste[in] oder Ersatzstoffen hergestellt werden, was im gegebenen Auge[n]blick zweckmäßiger und wirtschaftlicher ist, ferner ob die Wän[de] als Tragwände oder nur als Füllwände zwischen Konstruktion[s]gerippe zu konstruieren sind. Bei den Außenwänden ist häuf[ig] auf Erweiterungsmöglichkeit Rücksicht zu nehmen, in diese[m] Fall leicht wegnehmbarer Baustoff zu verwenden, was von Ei[n]fluß auf die architektonische Gestaltung der Wandflächen is[t], insofern diese dann auf ein Mindestmaß beschränkt werden könne[n]. Bei weitgespannten Hallen bildet die Konstruktion des Dac[h]stuhls ein Sonderfach für sich. Als wichtige Fragen seien weit[er] angeführt die Ausbildung der Tragkonstruktionen für Kra[n]bahnen, Transmissionen usw., die Ausführung der Fußböden, [d]Warm- oder Kaltböden, die Isolierung der Wände gegen Wärm[e]abgabe, Maßnahmen gegen die Erschütterung der Tragbalken un[d] Stützen durch die Kranbahnen.

Bei der Entscheidung aller dieser und noch anderer solch[er] Fragen pflegte in der Vorkriegzeit die Dauerhaftigkei[t] die ausschlaggebende Rolle zu spielen. Heute, wo die Herstellung[s]kosten ständig in erschreckender Weise steigen und anderseit[s] die dem Bauherrn zur Verfügung stehenden Geldmittel eher a[b] als zunehmen, müssen die Herstellungskosten an di[e] erste Stelle rücken. In vielen Fällen wird man lieber eine[n] weniger dauerhaften Baustoff wählen, insofern dadurch wesentlich[e] Ersparnisse in den Herstellungskosten erreicht werden könne[n]. Kommt Zeit, kommt Rat: Im Verlauf von mehreren Jahren habe[n] sich die Verhältnisse vielleicht völlig geändert — hoffentlich zu[m] Bessern! — und ist es dann möglich, die Materialien zum Te[il] wenigstens und mit verhältnismäßig geringen Kosten durch daue[r]haftere zu ersetzen. Gewiß ist das ein Verfahren — ich möcht[e] es mit dem Flickverfahren bei der Straßenunterhaltung ve[r]gleichen —, das mit einigem Wagnis verbunden, aber angesicht[s] der heutigen Wirtschaftslage nicht bloß entschuldbar, sonder[n], wie gesagt, in vielen Fällen geradezu geboten ist. Jedenfalls mu[ß] der Architekt bei der Entscheidung solcher Fragen große En[t]schlußkraft und kaufmännische Dispositionsfähigkeit besitzen, den[n] die Lage auf dem Baumarkt wechselt oft von heute auf morge[n].

Die Voraussetzung für rasches Handeln und Zugreifen de[s] leitenden Architekten ist allerdings, daß ihm seitens des Bauherr[n] die erforderliche technische und kaufmännische Selbständigke[it] eingeräumt wird, namentlich auch, oder vielmehr ganz besonder[s] in den Staatsbetrieben. Und Voraussetzung wiederum für die[se] erweiterte Selbständigkeit der Beamten ist eine vermehrte Sac[h]kunde, für diese endlich ihre weitere Ausbildung während de[r] ganzen Dauer ihrer Berufstätigkeit[2]). Und noch eines: Di[e] Werkstättenleitungen, insbesondere die staatlichen, die doch leic[ht] und dauernd in Fühlung miteinander sein könnten, müßten meh[r] als bisher ihre neuesten Erfahrungen auch in Bausachen, nic[ht] nur im Betrieb, gegenseitig austauschen oder an eine Sammelstel[le] einreichen, die sie dann bei sämtlichen Werken in Umlauf set[zt].

Alles in allem genommen, hoffe ich, durch meine Ausführunge[n] gezeigt zu haben, wie eng verflochten die wirtschaftlichen, tec[h]nischen und künstlerischen Fragen bei der Gestaltung eine[s] Industrie-, eines Werkstättenbaues sind. Ein Werk[s]stättenbau, der im gemeinsamen Zusammenarbeiten des Betriebs[s]leiters, des Bauingenieurs, des Maschinentechnikers und de[s] Architekten entstanden ist, würde — ich schließe mit de[n] Worten des bereits zitierten Muthesius: „Vorzüge besitzen, di[e] sich dem ganzen Organismus des Betriebs mitteilen müssen. Ei[n] klarer Plan, der sich auch nach außen hin übersichtlich veran[]schaulicht, kann den Herstellungsgang vereinfachen, und ei[n] würdiges Gewand läßt auf den Charakter des ganzen Betriebs be[]rechtigte Schlüsse ziehen." [1385]

[2]) Vergl. hierin Dr. Hans Martens: Der Einfluß der Fortbildung de[r] Beamten und Arbeiter eines Großbetriebes auf seine neuzeitliche Ausgestaltung (vorgetragen als Einleitung zu einer ähnlich lautenden Vorlesung an der Ver[]waltungsakademie zu Berlin).

CHRONIK 1922

(Fortsetzung von Seite 41.)

Bergbau.

ewetterung Die deutsche Bergbautechnik bekämpfte im Jahre 1922 mit Erfolg die hohe Grubenwärme in tiefen Gruben. ıebliche Erfolge brachte die Herabdrückung der Naßwärmegrade der ubenwetter durch möglichst reibungslos die Grubenbaue durchömende große Wettermengen und durch Beschränkung der Feuchtigtszunahme der Wetter. Bei den Versuchen auf Zeche Radbod bei mm i. W. verhinderte man die Wärmezufuhr aus den Gesteinıichten zu den einströmenden kühlen Wettern durch Isolierung · Lutten mit Sägemehl, auf der Zeche Sachsen bei Hamm auch rch die Isolierung von Strecken mittels Sägemehl und Schlackenolle. Im Zusammenhang hiermit steht die Beseitigung der temalischen Befeuchtung der Grubenwetter und der Berieselung und Ersatz hierfür die in England schon seit vielen Jahren eingeführte kämpfung der Kohlenstaubgefahr durch Gesteinstaub. Letzteres rfahren bürgert sich mit Erfolg auch auf den Steinkohlengruben mit ßiger Grubenwärme ein.

Die Schlagwettergefahr wurde durch die zunehmende ıführung elektrischer Grubenlampen an Stelle der Benzin-Sichertslampen energisch bekämpft. Das Grubensicherheitsamt hat ıerdings einen Preis von 500 000 *M* für einen brauchbaren Schlagtteranzeiger[1]) ausgeschrieben. Die bisherigen Lösungen sind erfolglos blieben. Im Grubenrettungswesen wurde von der Hanseschen Apparatebauanstalt, Hamburg, ein neues Rettungsgerät ausobiert, das unter Verwertung der Zufuhr des Sauerstoffes durch ektorwirkung auf der Lungenatmung aufgebaut ist, und das dem rk veränderlichen Luftverbrauch des Rettungsmannes besser gerecht rd.

Gewinnung nd Förderung Die Gewinnungstechnik zeigt durch Einführung leichter, den Lagerungsverhältnissen des deutschen Steinkohlenbergbaues angepaßter Schrämmaschin (Bauart Westfalia, Gelsenkirchen) einen Fortschritt[2]). Der nachbige Grubenausbau für Gewölbe größerer Spannweite führt sich bei rkem Gebirgsdruck mehr und mehr mit Erfolg ein. Auf dem Gebiete r Schachtförderung werden lebhafte Anstrengungen gemacht, die Gellförderung durch die leistungsfähigere Gefäßförderung zu erzen. Eine solche Einrichtung wird zurzeit auf der Wenzeslausgrube : Möhlke in Niederschlesien erbaut, eine weitere ist für eine Grube erschlesiens geplant. Wichtig sind die vielen Bestrebungen zur Seilhrtverkürzung durch Vergrößerung der Fahrgeschwindigit und durch bessere Fahrordnungen, um eine lebhaftere Ausnutzung r Siebenstundenschicht zu erreichen. Durchschlagenden Erfolg haben se Versuche bisher noch nicht gehabt. Auf vielen Gruben Westens sind zur besseren Ausbildung der Bergarbeiter als Hauer Lehrmeradschaften ins Leben gerufen, die sich zu bewähren scheinen.

Der große Erfolg, der in den letzten Jahren mit der verbesserten ärmewirtschaft auf vielen Gruben erreicht worden ist — auf ıigen Zechen ist der Selbstverbrauch an Kohlen um mehrere Hundertle der Gesamtförderung heruntergegangen —, hat vielfach das Beeben ausgelöst, die planmäßige Betriebsüberwachung auch auf andre ile des Betriebes, insbesondere auch auf den Grubenbetrieb ausıehnen. Diese schwierige aber erfolgreiche Betriebsüberwachung hat f dem Gebiete der Druckluftwirtschaft schon große Erfolge bracht, nachdem der durch den Reichskohlenrat eingesetzte Ausschuß chgewiesen hat, daß für eine in den Arbeitsmaschinen unter Tage ausnutzte Pferdestärke 7 bis 8 PS im Kompressor aufgewendet werden ıssen. Infolgedessen ist auch das Bestreben wichtig, die Druckluftssen für die Sonderbewetterung, die nur 2 bis 5 vH der für sie über ge aufgewendeten Leistung ausnutzen, durch Luttenventilaren und Schlottergebläse zu ersetzen.

In den Kaligruben ist man mit Erfolg bestrebt gewesen, die hüttelrutsche mit elektrischem Antrieb als Förder- und Laderrichtung für Salze und Versatzstoffe heranzuziehen und auf Hartzgruben durch weitere Einführung von Spülversatz die Abbau, besser einzurichten.

Auf den Braunkohlen-Tagebauen ist der Spülkippertrieb mehr und mehr eingeführt worden. Um die großen Abbauluste herabzudrücken, hat man auch, bisher allerdings ohne besonderen olg, den Spülversatz in unterirdischen Betrieben mehrfach ausbiert. Der vorteilhafte große Versand abgesiebter Braunkohlen, va 10 vH der Gesamtförderung, bedingt zur Gewinnung stückiger hlen eine Änderung des Baggerbetriebes und erheblich vergrößerte ger- und Versandmöglichkeiten.

ufsuchen von Lagerstätten Wichtige Hilfsmittel zum Aufsuchen unbekannter und verworfener Lagerstätten[3]) sind der Geologie durch physikalische und seismische Schürfverfahren tanden, erstere ausgebildet durch das Institut für angewandte Geoysik Erda, Göttingen, letztere durch die Seismosgesellschaft, Hanver. Auch die mikroskopische Untersuchung von Erzproben usw. hat Berordentliche Fortschritte gemacht. Die beste Übersicht über diese fahren ist niedergelegt in dem Buche von Schneiderhöhn: „Anleitung : mikroskopischen Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsdukten".

Die Erdölbohrtechnik wurde durch neue Bohrzeugarten (Wirth & Co., Erkelenz) gefördert, die die Anwendung aller Bohrverfahren mit einem Bohrkran ermöglichen. Sie werden besonders schwer ausgeführt, damit große Tiefen mit erheblichem Enddurchmesser erreicht werden können.

Aufbereitung Die Veredelung von Bergwerkerzeugnissen ist weiter gefördert durch die Schwimmaufbereitung. Wenn diese auch stets Hilfsverfahren bleiben wird, so sind doch die Versuche mit der Aufbereitung von Kohlenschlämmen von großer Bedeutung für die Zukunft; die erste große Erzschwimmanlage (Osmosegesellschaft, Berlin) wird zurzeit in Mechernich in der Eifel aufgestellt.

Die fortschrittliche Betätigung der Bergtechnik zeigt sich auf allen Gebieten, vor allem in dem ernsten Bestreben, den schwierigsten Punkt des Bergbaues zu verbessern, nämlich die Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen. [M 308]

A. Schwemann.

Brennstoffe.

Mangelnde Brennstoffversorgung Während die Stein- und die Braunkohlenförderung Deutschlands im Jahre 1921 hinsichtlich der Förderleistung und der Fördermenge eine Steigerung von 4 bzw. 10 vH aufwiesen, ist die Steigerung im Jahre 1922 fast ganz zum Stillstand gekommen, besonders im zweiten Halbjahr hat sich die Förderung infolge der wirtschaftlichen Verhältnisse sogar stark vermindert. Auch ohne abschließende Zahlen kann vorausgesagt werden, daß die Förderung an Steinkohlen eher etwas zurückbleiben dürfte, während sie bei Braunkohle zwar noch eine Steigerung zeigt, aber nur der Menge nach, während die Leistung des Arbeiters zurückgeblieben ist. Hierin zeigt sich, daß die Leistung des Steinkohlenbergbaues an den Grenzen angelangt ist, weil bei den gegenwärtigen Preisverhältnissen Neueinrichtungen von Gruben so gut wie ausgeschlossen sind. Im Braunkohlenbergbau sind die Umstände zwar wesentlich günstiger. Neue Betriebe sind hinzugekommen, aber auch hier ist die Bautätigkeit nahezu erloschen. Da weiter auch die Förderung des an Polen gefallenen Teiles von Oberschlesien ausbleibt, so beträgt unsere Gewinnung dem Heizwerte nach etwa 60 vH der Friedensförderung, wovon noch die sogenannten Reparationskohlen in Absatz zu bringen sind. So wird es erklärlich, daß steigende Mengen englischer Kohlen (besonders für Gaswerke und den Eisenbahnbetrieb) eingeführt werden.

Wärmeersparnis Die Hauptaufgabe der Brennstoffwirtschaft ist demnach: Wärmeersparnis. Die Zechen sind den Hüttenwerken in der Einrichtung großzügig organisierter Wärmestellen gefolgt, und die Erfolge sind nicht ausgeblieben. Überwachung und Verbesserung der Dampferzeugung, Abwärmeverwertung, rationelle Ausgestaltung der Rohrleitungen, Heranziehung minderwertiger Brennstoffe sind die Hauptpunkte; besondere Aufmerksamkeit erweckt der Ruths-Dampfspeicher, weil die Schwankungen in der Dampfentnahme beim Förderbetrieb sehr groß sind. Bei den Kokereien ist man auf Verbesserung der Gasbrenner (mit guter Mischung von Luft und Dampf) bedacht; die Rückgewinnung der fühlbaren Wärme in den Koks (trockene Kokskühlung) nach dem Verfahren von Sulzer und ähnlichen wird auch beachtet, obwohl größere Anlagen auf Kokereien noch nicht im Betriebe sind[4]).

Nutzbarmachung von Rückständen Ein besonderes Arbeitsgebiet ist die Rückgewinnung brennbarer Stoffe aus den Rückständen der Feuerungen[5]). Zahlreiche Anlagen hierfür sind entstanden und haben sich bei der Einfachheit und Billigkeit rasch bezahlt; im allgemeinen müßte jedoch das Bestreben dahin gehen, durch Verbesserung der Feuerungseinrichtungen solche Hilfsanlagen überflüssig zu machen.

Verschwelung bei tiefen Temperaturen Im Vordergrund des Interesses steht immer noch die Verschwelung der Brennstoffe bei niedrigen Temperaturen; um so mehr als man wegen der hohen Frachten der Veredelung mehr Gewicht beilegen muß und diese Verfahren die Herstellung von Koks und gleichwertigen Enderzeugnissen aus nicht backenden Kohlen möglich erscheinen lassen. Die Thyssensche Drehtrommel[6]) ist weiter auf Zeche Fürst Bismarck mit gutem Erfolg in Betrieb gesetzt worden. Auch in Gelsenkirchen ist eine Drehofenanlage erprobt worden. Zahlreiche Werke und Zechen haben kleinere Versuche durchgeführt; dieses Arbeitsgebiet dürfte daher im neuen Jahr noch größere Bedeutung erlangen. Auch in England hat man sich die deutschen Erfahrungen zunutze gemacht und ähnliche Verfahren ausgebildet; dort und auch in Deutschland studiert man neben der Destillation durch Außenheizung in Drehtrommeln auch die Anwendung der Innenheizung durch warme Gase in Retorten. Ein wichtiges Anwendungsgebiet für die Verschwelung sind auch die Gaswerke; eine Drehofenanlage ist in Hamburg aufgestellt worden.

Bei minderwertigen (aber selbstverständlich aschenarmen) Brennstoffen hat die Verschwelung womöglich noch größere Bedeutung, besonders in den Ländern, wo hochwertige Brennstoffe fehlen und nur Braunkohlen und Torf zur Verfügung stehen; auch auf diesem Gebiet sind mehrere Anlagen entstanden. Wegen der Neigung

[1]) Z. 1922 S. 976, 1048. [2]) Z. 1922 S. 626. [3]) Z. 1922 S. 652.

[4]) Z. 1921 S. 817. [5]) Z. 1922 S. 44. [6]) Z. 1920 S. 857.

zu Staubbildung zieht man dabei Retorten den Drehtrommeln vor. Das gleiche gilt für die Verwertung des Ölschiefers[1]), worin man besonders in Estland tätig ist; erwähnenswert ist die von Pintsch gebaute Anlage mit Gaserzeugern und darübergebauten Schwelschächten, während kleinere Anlagen von mehreren Firmen errichtet wurden.

Vortrocknung Auf dem Gebiete der Braunkohlenverwertung steht die Vortrocknung im Vordergrund. Eine Versuchsanlage der Büttner-Werke beim Stahlwerk Becker hat nicht nur gezeigt, daß die unmittelbare Trocknung der Rohbraunkohlen mit Flammengasen ohne Explosionsgefahr möglich ist, sondern auch, daß sich der Staub zur Beheizung von Flammöfen mit Vorteil eignet. Auf Grund der günstigen Erfahrungen sind zahlreiche Anlagen auf Hüttenwerken, ferner für Dampfkessel und dergl. gebaut worden und im Bau. Daneben wird die Vortrocknung auch besonders benutzt für die nachfolgende Vergasung und neuerdings sogar für unmittelbare Dampfkesselheizung. Die möglichst weitgehende Heranziehung der Rohbraunkohlen für die Vergasung ist eine eifrigst verfolgte Aufgabe, in der beachtliche Fortschritte erzielt wurden. Neben der Gasfeuerung ist die Staubkohlenfeuerung in regster Entwicklung.

Die unmittelbare Trocknung mit Abgasen in Zellentrocknern ist auch für Torf erprobt worden (Steinertsches Verfahren) und gibt so die Möglichkeit einer wirtschaftlichen Brikettierung dieses immer größere Wichtigkeit erlangenden Brennstoffes. Nach diesen Erfahrungen wäre es wohl an der Zeit, die unmittelbare Trocknung der Braunkohlen auch für die Brikettieranlagen zu erforschen und zu erproben, wie bereits seit langem angeregt, wozu allerdings die im mitteldeutschen Gebiet bestehende Verordnung der Bergpolizei fallen müßte. Denn die eingangs geschilderte Brennstofflage fordert gebieterisch die verstärkte Heranziehung unserer Braunkohlenschätze unter besonderer Berücksichtigung weitgehender Wärmewirtschaft.

[M 309] H. R. Trenkler.

Eisenhüttenwesen.

Die Entwicklung des Eisenhüttenwesens steht unter dem Einfluß der veränderten wirtschaftlichen Verhältnisse, insbesondere des allgemeinen Rohstoffmangels und der Ergebnisse einer nachdrücklich betriebenen Wärmewirtschaft. Nicht nur ist durch eine organisierte Betriebsüberwachung im allgemeinen der Brennstoffverbrauch für die Einheit der Erzeugnisse vermindert worden, sondern auch hinsichtlich der Auswahl der für die jeweiligen Zwecke am besten geeigneten Brennstoffarten sind Vorschläge gemacht und Versuche durchgeführt worden. Das gilt insbesondere für den wichtigsten und größten Brennstoffverbraucher, den Hochofen.

Veredelung der Hochofenkoks Man hat es für unrichtig erkannt, die Verunreinigungen der Kohlen zu verkoken, zu verfrachten und in den Hochöfen zu verschmelzen, um sie erst dann auf die Schlackenhalden zu stürzen, sondern versucht vielmehr, den Aschengehalt schon am Gewinnungsort der Kohlen auf ein geringstes Maß herabzudrücken, um aschenarme Koks zu erzeugen, die im Hochofen einen erheblich geringeren Aufwand an Kalkstein, Gebläsewind und zusätzlichem Brennstoff erfordern.

Für die Gewinnung aschenarmer Koks, die mit Edelkoks bezeichnet werden, reichen unsre heutigen Wäschereien nicht aus, vielmehr ist ein neues, das Schwimmaufbereitungs- oder Flotationsverfahren an mehreren Stellen in Versuchsanlagen in Betrieb[2]). Beim Schwimmverfahren wird aus aschenarmen Kohlen ein Reinschlamm gewonnen, der im Gegensatz zu dem in den Wäschen gewonnenen Rohschlamm die Eigenschaft hat, leicht sein Wasser zu verlieren, und sich daher zum Verkoken für sich oder mit Waschkohlen gemischt vorzüglich eignet. Überhaupt tritt der Gedanke immer mehr in den Vordergrund, die Kohlenaufbereitung, die Verkokung und die Beförderung vornehmlich nach dem Gesichtspunkt einer geeigneten Behandlung der Koks zu gestalten.

In diesem Sinne sind auch die neuen mechanischen Kokslösch- und Verladeeinrichtungen verbessert oder neu entworfen worden. In ihnen werden mehrere Arbeitsvorgänge vereinigt. Sie dienen zur Aufnahme des Kokskuchens, der entweder nach dem Tauchverfahren oder durch Berieselung abgelöscht wird, daran schließt sich eine Absiebe- und eine Verladevorrichtung an. Man hat diese Einrichtungen heute für Ofengruppen ohne Koksrampen und auch für solche mit Schräg- oder Flachrampen. Die Aufgabe der trocknen Kokskühlung unter Anwendung indifferenter Gase mit dem Ziel, die von den Koks gelieferten Wärmemengen nutzbar zu verwenden, wird in Kleinanlagen eingehend studiert[3]).

Leistungssteigerung der Hochöfen Über die Eigenschaften guter Hochofenkoks bestehen zurzeit noch erhebliche Meinungsverschiedenheiten. Aus der Tatsache, daß die alten Holzkohlenhochöfen weniger Brennstoff erforderten als unsre Kokshochöfen, und aus der Annahme, daß Holzkohlen eine größere Verbrennungsgeschwindigkeit haben als Koks, schließt man, daß eine Ausbreitung der Brennzone vor den Formen des Hochofens eine erhebliche Reoxydation schon reduzierter Metalle zur Folge hat, die unter Wärmeaufwand nochmals im Gestell reduziert werden müssen.

Daher versucht man, leicht verbrennliche Koks herzustellen, indem man die Verkokungstemperaturen im Koksofen möglichst niedrig hält. Da die Festigkeitseigenschaften der Koks nicht beeinträchtigt werden dürfen, ist die erfolgreiche Durchführung dieser Maßnahme von den Eigenschaften der zur Verfügung stehenden Kokskohle abhängig. Um die Erzeugungsfähigkeit der Hochöfen zu steigern, legt man auf eine geeignete Vorbehandlung der Beschickstoffe, namentlich hinsichtlich der Stückgröße und des Feuchtigkeitsgehaltes, erhöhten Wert. Auf einigen Werken des Westens hat man in letzter Zeit eine Steigerung der Leistungsziffern erreicht, so daß die Erzeugung gegenüber den größten amerikanischen Hochöfen nicht mehr zurücksteht.

Weißeisenerz Die Bemühungen, die deutschen Erzlagerstätten genauer zu erforschen, um sie weitgehend auszunützen, haben dazu geführt, daß im Niederungstorf der norddeutschen Moore ein neues Eisenerz aufgefunden wurde, das aus fast reinem Eisenoxydul-Karbonat besteht und die Bezeichnung „Weißeisenerz" erhalten hat. Über die Ausdehnung dieses Vorkommens sind noch keine zuverlässigen Angaben bekannt geworden. Es findet sich in allseitig von Torf umschlossenen bis über 2 m mächtigen Nestern, die sich auf viele hundert Meter erstrecken.

Kübelbegichtung mit senkrechtem Aufzug In baulicher Hinsicht hat man bei den deutschen Hochöfen die Senkkübelbegichtung beibehalten trotz der geringeren Herstellungskosten der Kippkübelbegichtung der Amerikaner. Bemerkenswert ist der Versuch, die Kübelbegichtung mit Hilfe eines Senkrechtaufzuges durchzuführen. Der Vorteil liegt dabei in einer besseren Raumausnutzung. Das Hochofenprofil selbst entwickelt sich nach einer bestimmten Richtung, die eine Verkürzung der Rast und eine Vergrößerung des Gestelldurchmessers anstrebt.

Fortschritte im Martinofenbau Bei dem infolge wirtschaftlicher Verhältnisse stark erweiterten Martinofenbetrieb sind im Martinofenbau erhebliche Fortschritte erzielt worden. Dabei ist namentlich die Bauart der Martinofenköpfe bei einigen neuen Konstruktionen erheblich abgeändert worden. Man ist bestrebt, die Flammenführung dauernd einwandfrei zu gestalten und auch die Verbrennung mit dem günstigsten Wirkungsgrad durchzuführen.

Auf diesem Gebiete haben amerikanische Bauarten und Arbeitsverfahren mancherlei Anregungen gegeben. Nicht nur die Köpfe, sondern auch die Züge werden in zunehmendem Maße mit Wasserkühlung versehen, und zwar benutzt man hauptsächlich Röhrenkühlung, weniger Plattenkühlung. Zum ersten Male sind die Brenner mit beweglichen Teilen ausgerüstet worden, und zwar bei einem neuen amerikanischen Ofen derart, daß zur Erhöhung der Strömgeschwindigkeit die Einströmquerschnitte gedrosselt und gleichzeitig auf der Abströmseite die Querschnitte vergrößert werden.

Neben dem amerikanischen Venturi-Line-Ofen hat auch der deutsche Moll-Ofen eine Mischkammer, so daß schon vor dem Eintritt der heißen Gase in den eigentlichen Herd das Gas und die Luft bei hoher Strömgeschwindigkeit gemischt werden. Das Ziel ist die Abkürzung der Arbeitsdauer, die Erhöhung der Erzeugung des einzelnen Ofens und die Verminderung des Brennstoffverbrauches.

Die Ausnutzung der Abhitze zur Dampferzeugung wird heute allgemein durchgeführt. Für den Großbetrieb scheint auch bei uns das Talbotverfahren die wirtschaftlich günstigsten Ergebnisse zu erbringen, überhaupt begünstigen die Vorteile des Kippofens seine weitere Einführung.

Walzwerke Für den Walzwerkbetrieb ist kennzeichnend das Bestreben, das Walzprogramm zu vereinfachen, indem eine Reihe von Profilen ausgeschaltet werden. Daneben werden auch hier die Walzvorgänge und der Kraftbedarf eingehend studiert, insbesondere sind die Grundlagen einer Mechanik bildsamer Körper geschaffen worden, die künftig gestatten werden, die mechanischen Verhältnisse des Walzvorganges noch eingehender zu untersuchen. [M 313] Diepschlag.

Gießerei.

Schwefel und Koks Die Entwicklung ist in erster Linie durch weitestgehende Anwendung der Ergebnisse wissenschaftlicher Forschungen auf die Praxis gekennzeichnet. Die Notwendigkeit dazu ist mehr als je durch die hohen Preise und die Knappheit der Rohstoffe sowie durch die unzureichende Beschaffenheit der zur Verfügung stehenden Koks geboten. Das schlechte, oft dazu noch knappe Roheisen veranlaßte die Beigabe größerer Gußbruchmengen bei den Kuppelofengattierungen, wodurch eine unerwünschte Steigerung des Schwefelgehaltes im Schmelzgut eintrat, den zu beseitigen auf verschiedene Weise versucht wurde. In erster Linie hat dabei das Waltersche Entschwefelverfahren Erfolge gezeitigt, durch das dem Eisen, nachdem es in der Pfanne oder in einem besonderen Vorherd abgestochen ist, der Schwefel entzogen wird.

Um selbst bei starker Verwendung von Gußbruch dem Eisen den nötigen Siliziumgehalt zu geben, ist der Zusatz von Ferrosilizium erforderlich; gichtet man das Ferrosilizium mit auf, so geht ein unverhältnismäßig großer Teil durch Oxydation und Verschlacken verloren, außerdem wird eine saure Schlacke von geringer Entschweflungskraft erzeugt. Das nachträgliche Beigeben in den Vorherd, die Abstechrinne oder die Pfanne gewährleistet keine vollständige Auflösung und gute Verteilung. Eine glückliche Lösung führten hier die sogenannten E. K.-Pakete (Ferrosilizium mit Zement zu kleinen Zylindern geformt) der Eßlinger Maschinenfabrik herbei. Diese werden der Gattierung zugesetzt. Auch auf diese Weise ist es möglich, einen Teil des hohen Schwefelgehaltes zu entfernen.

Weitere Erfolge der Entschwefelung sind durch Ölzusatzfeuerungen beim Kuppelofenbetrieb erreicht worden, wobei der Grad

---

[1]) Z. 1921, S. 1105. [2]) Z. 1922, S. 96. [3]) Z. 1921 S. 847.

ıwefelanreicherung ungefähr in demselben Ausmaß sinkt, wie man bei den Koksverbrauch einschränken kann. Der elektrische Ofen Schmelzofen für Gießereizwecke bietet das vollkommenste Mittel, diese Schwierigkeiten zu beseitigen. Aus wirtschaftlichen Gründen rd aber ein Ersatz des Kuppelofens durch den elektrischen Ofen ist nicht möglich sein.

Winderhitzung beim Kuppelofen Aus dem Bestreben, den Koksverbrauch durch möglichst restlose Überführung des Kohlenstoffs in Kohlensäure zu verringern, hat man die alte Frage r Winderhitzung des Kuppelofens wieder aufgerollt. Eine sung glaubt Schürmann in seiner neuen Ofenbauart gefunden zu ben[1]). Der Verbrauch an Satzkoks bei einem solchen Ofen stellt sich mehrmonatigen Dauerbetriebe bei der Schmelzung eines hoch überzten Gußeisens auf 6,5 bis 7 vH, während vor Benützung der Windhitzer mehr als 10 vH verbraucht wurden. Der geringere Koksverıuch hat natürlich im Schmelzgut auch einen wesentlich geringeren hwefelgehalt zur Folge als beim gewöhnlichen Schachtschmelzofen. Gießereifachkreisen sind trotzdem die Ansichten über den Schürınnofen noch sehr geteilt, es muß sich erst erweisen, ob die Kosten r Unterhaltung der Winderhitzer, das stärkere Gebläse usw. im ıuerbetrieb den erzielten theoretischen Vorteil nicht wieder ausgleichen.

Formmaschinen Neben den Rohstoffschwierigkeiten geben der Achtstundentag und der immer stärker sich fühlbar ıchende Mangel an Nachwuchs gelernter Former den Fortschritten s Gießereiwesens die Richtung. Man ist gezwungen, die Herstellung r Formen in früher kaum gekanntem Ausmaß angelernten Arbeitern zu übertragen. Das hat zu einer wesentlichen Verbesserung r Formmaschine geführt, und zwar in bezug auf die Sandverchtung und auch auf die Trennung des Modelles und der verdichten Form. Hier ist besonders die zunehmende Verwendung des üttelverfahrens für Formen und Kerne zu erwähnen, wähnd sich für das Abheben neuerdings das von Amerika übernommene mrollverfahren in Verbindung mit Rüttlern einzuführen beınt. Die Verbesserung auch der Handformmaschinen erreckt sich besonders auf die Anpassung der Maschine an die Verltnisse, unter denen sie in der Gießhalle arbeiten muß. Wenn diese ch noch nicht den Grad der Vollkommenheit erreicht hat, den man rn sehen würde, so sind doch wesentliche Fortschritte in dieser Richng besonders im Laufe des letzten Jahres unverkennbar. Neben eßlufträttlern sind auch Rüttler mit mechanischem Antrieb für die ewegung des Rüttelns und auch des Abhebens auf den Markt gemmen und haben sich bestens bewährt.

Mechanisierung im Gießereiwesen Putzerei durch Sandstrahl, mechanische Sandaufbereitung und Fördereinrichtungen für Gießereimaterial und Gießereierzeugnisse sind gleichfalls letzten Jahre vielseitig verbessert worden. Die Notwendigkeit stärrer Mechanisierung des Gießereiwesens wird bei dem durch die hohen hnunkosten notwendigen Bestreben zur Verringerung der Arbeiterhl auch in den nächsten Jahren bestehen bleiben. [M 319]

U. Lohse.

Pumpen und Kompressoren.

Kolbenpumpen Der Bau von größeren und mittleren Kolbenpumpmaschinen für Wasserversorgung und Abwässerbeitigung hat auch im verflossenen Jahr keinen größeren Umfang angeommen. Die Gründe hierfür sind bekannt: Die für solche Pumpen in ster Linie in Frage kommenden Auftraggeber — Gemeinde- und Staatshörden — entschließen sich bei ihrer beengten finanziellen Lage nur im ıßersten Notfalle zu Neuanschaffungen. Den Verwaltungen kommt hieri vielfach die Großzügigkeit zugute, mit der vor dem Kriege für Auslfsanlagen und Erweiterungen gesorgt worden war; dieser Umstand im erein mit der Tatsache, daß der Wasserverbrauch infolge der Abanderung aus den Städten und des gleichzeitig gewaltig gestiegenen asserpreises sinkt, ermöglicht es vielfach, mit den vorhandenen Angen bei sorgfältiger Wartung und Herabsetzung der Reserven noch ngere Zeit auszukommen.

Beachtenswert dürften die Verhältnisse bei den Berliner analisationswerken sein, nachdem im vergangenen Jahre re Neuorganisation zum Abschluß gekommen ist. Vor der Eingemeindung der Vor- und Nachbarorte waren im Gebiete des heutigen roß-Berlin etwa 80 Pumpwerke für Kanalisationszwecke mit Kolbennd Kreiselpumpen im Betrieb; jede Gemeinde sorgte selbständig für die eseitigung ihrer Abwässer und verfügte zum Teil über eigene Druckitungen und Klärstellen. Nachdem die Eingemeindung vollogen und die Stadtentwässerung zentralisiert war, onnten nach den Geländeverhältnissen zusammengehörige Bezirke schon n Rohrnetz verbunden werden, Pumpwerke konnten stillgelegt bzw. nzelne Maschinen nach stärker belasteten Hebestellen verlegt werden, odurch nicht nur die Kosten für Betrieb und Wartung verringert, ondern auch Neuanschaffungen — zum Nutzen des Steuerzahlers, zum chaden der Industrie — vermieden wurden.

Kleinere Kolbenpumpen — sogenannte Handelspumpen - sind überall, besonders aber im Ausland, viel gebraucht worden; die ersteller liefern ihre gängigen Typen, beschäftigen sich im übrigen it der Verbesserung der Fertigungsverfahren und ihre Anpassung an ie heutigen schwierigen Arbeiterverhältnisse. Einen Ersatz für die in ortfall gekommenen Gemeindepumpwerke bilden die kleinsten Pumpwerke, die sogenannten Hauswasserpumpen, und zwar als Kreisel- und Kolbenpumpen; sie dienen zur Versorgung einzeln stehender Häuser, Gehöfte und Güter mit Trinkwasser und finden dank der Kaufkraft der in Frage kommenden Abnehmer immer mehr Aufnahme.

[1]) Z. 1922 S. 752

Kreiselpumpen Bei den Kreiselpumpen liegen die Verhältnisse wesentlich günstiger. Der kleinere Anschaffungspreis und die niedrigeren Kosten für die Herstellung der Gründungen und Gebäude lassen unter Umständen trotz des schlechteren Wirkungsgrades der Kreiselpumpen eine Wirtschaftlichkeit dieser gegenüber der Kolbenpumpe errechnen. Der Bedarf und die Aufnahmefähigkeit des in- und ausländischen Marktes waren groß. Neukonstruktionen, die von den üblichen Ausführungen grundsätzlich abweichen, sind nicht veröffentlicht worden, aber wohl bei allen Werken wurde und wird an Verbesserungen gearbeitet, schon um für den zweifellos kommenden schweren Kampf gerüstet zu sein.

Die kleinsten Kreiselpumpen für die Zwecke der Hauswasserversorgung bilden, wie schon erwähnt, ein wichtiges Arbeitsfeld für die Industrie, und es machte sich auch hier das Bestreben geltend, durch Verbessern der Konstruktion und des Wirkungsgrades die für diese Zwecke besonders geeignete Kreiselpumpe zu vervollkommnen.

Kompressoren Die Neu- und Erweiterungsbauten der Industrie brachten, wie in den Vorjahren, auch im vergangenen Jahre einen großen Bedarf an Kompressoren; es wurden Einheiten bis zu den größten Abmessungen für die Schwerindustrie gebaut, ohne daß jedoch in der Bauart wesentliche Neuerungen gegenüber den Ausführungen der Vorjahre zu vermerken wären[2]). Bei den mittleren und kleineren Handelstypen der Kurbelkompressoren wird auf Erhöhung der Leistungsfähigkeit bei gleichbleibenden Herstellungskosten hingearbeitet; in dieser Hinsicht war u. a. das Erscheinen neuer stehender Schnelläufer auf dem Markte beachtenswert. [M 310]

Wk.

Landwirtschaftliche Maschinen, Geräte und Verfahren.

Fortschritte der Mechanisierung Hohe Löhne und Gespannkosten begünstigten die Anwendung von Kraftmaschinen, besonders von Zugmaschinen. Die Größe von 25 bis 30 PS ist wegen des verhältnismäßig geringen Preises und der vielseitigen Verwendbarkeit besonders wichtig. Bewährt haben sich der MAN-Kleinpflug[3]) und die leichte Ackerbaumaschine der Pöhlwerke A.-G[4]), die für Straßenfahrten Felgen mit Gummireifen erhalten kann. Für schlecht tragende Böden wurden Gleiskettenschlepper, besonders der 25pferdige WD-Schlepper der Deutschen Kraftpflug-Gesellschaft m. b. H. eingeführt. Die Bodenfräse mit federnden Krallen nach v. Meyenburg ist von den Siemens-Schuckert-Werken zunächst in der kleinsten Ausführung als Gartenfräse mit 0,45 m Arbeitsbreite herausgebracht worden, die Herstellung größerer ist vorbereitet. Heinrich Lanz hat den 12pferdigen Schwerölmotor, der bis über 18 PS hinaus überlastet werden kann und bei Leerlauf nicht stehen bleibt, auch als Schlepper mit Vierräderantrieb ausgebildet. Auch den 38 PS-Feldmotor baut er jetzt mit einem Zweizylinder-Schwerölmotor; bei Leerfahrten kann ein Zylinder ausgeschaltet werden.

Verbesserungen der maschinellen Einrichtungen Unter den Arbeitsmaschinen sind die Dreschmaschinen durch die Verringerung der Lagerzahl und weitgehende Verwendung von Kugellagern verbessert. Heinrich Lanz hat bei einer Dreschmaschine mit 420 mm Trommeldurchmesser durch die Verwendung eines gemeinsamen Gebläses für beide Reinigungen, auf dessen Welle außerdem noch das Wurfrad zum Heben des Kornes sitzt, die Zahl der Wellen auf 3 mit 10 Lagern vermindert[5]). Regenanlagen[6]) sind trotz des feuchten Sommers nützlich gewesen, weil sie das Wachstum im trocknen Frühjahr förderten. Ihre Grundformen scheinen jetzt festzuliegen; Einzelheiten werden dem Verwendungszweck angepaßt, z. B. Schmutzwasserdüsen für die Abwässerverregnung (Mannesmann-Röhrenwerke, Rohrleitungsbau Phoenix), hohe, freigebaute Regnerwagen für Baumschulen (Saenger & Lanninger).

Allmählich bricht sich bei den Landwirten, wenn auch zuerst nur bei technisch besonders erfahrenen, die Erkenntnis des Wertes der Vereinheitlichung im Landmaschinenbau Bahn. Unter ihrer Mitwirkung sind Normen für Ackerwagen aufgestellt, die bei den auf der Nürnberger Ausstellung vorgeführten Wagen schon großenteils beachtet wurden. Ebenso ist die Einsicht von der Notwendigkeit guter ländlicher Werkstätten unter sachgemäßer Leitung gewachsen und hat zur Einrichtung vieler Werkstätten und zur Einstellung von Betriebsingenieuren geführt.

Unter den Verbesserungen der Arbeitsverfahren im Landwirtschaftsbetrieb verdient die Zusammenfassung der Drescharbeit unter Benutzung von mechanischen Fördereinrichtungen für die Garben und das Korn, Stroh und Kaff Erwähnung. Gutspächter Endres hat dafür die Aufstellung der Dreschmaschine auf dem obersten Speicherboden vorgeschlagen, um nur ein Hebewerk für das ungedroschene Getreide zu haben, die meisten Anlagen fördern aber von der zu ebener Erde stehenden Dreschmaschine Korn und Stroh auf die Speicher und Böden hinauf. [M 296]

Gustav Fischer.

[2]) Z. 1921 Heft 52. [3]) Z. 1922 S. 125. [4]) Z. 1922 S. 934. [5]) Z. 1922 S. 936. [6]) Z. 1921 S. 325, 934.

(Forts. folgt.)

RUNDSCHAU.

Aus dem Ausland.

Dampfkraftanlagen.

Wasserrohrkessel für 28 at.

Für ein Kraftwerk in Waukegan, Ill., dessen Turbinen mit Dampf von 24,6 bis 26,3 at arbeiten sollen, liefert, wie wir der Zeitschrift „Power" vom 12. September 1922 entnehmen, die Babcock & Wilcox Co. drei Wasserrohrkessel für 28 at mit je 1309 m² Heizfläche von ganz neuer Bauart, Abb. 1. Die 34 Glieder der Wasserkammern sind an Oberkessel von 1371 mm Dmr. angeschlossen und in zwei Gruppen angeordnet. Die Glieder der unteren Gruppe enthalten je acht 4,57 m lange Wasserrohre von 82,5 mm l. W., die der oberen 2 × 17 Rohre von 50,8 mm l. W., die so angeordnet sind, daß wagrecht wie auch in zwei schrägen Richtungen zum Reinigen der Rohre ausreichende Zwischenräume entstehen. Die untere, der unmittelbaren Strahlung des Feuers ausgesetzte Gruppe enthält keine Zwischenwände für die Rauchgasführung, die obere Gruppe dagegen eine senkrechte Wand. Der Überhitzer mit 230,8 m² Heizfläche besteht aus drei Lagen von 50,8 mm weiten Rohrschlangen und ist bequem zugänglich zwischen den beiden Wasserrohrgruppen angeordnet.

a) Überhitzer,
b) Rauchgasvorwärmer,
c) Öffnungen zum Reinigen der unteren Wasserrohre.

Abb. 1. Wasserrohrkessel für 28 at.

Von den vorderen Wasserkammergliedern sind jeweils nur zwei der oberen und der unteren Gruppe miteinander verbunden, das dritte aber durch ein kurzes Rohrstück an die anderen derselben Gruppe angeschlossen, so daß zwischen den Verbindungsrohren Lücken entstehen, durch die man die Überhitzerrohre herausnehmen kann. Die Rauchgase werden zwischen den Verbindungsrohren der hinteren Wasserkammern hindurch zum oberen Ende des Rauchgasvorwärmers hinter dem Kessel geleitet. Dieser ist für 31,6 at berechnet, hat 820 m² Heizfläche und besteht aus 36 übereinanderliegenden Gruppen von je 20 geraden, 6,08 m langen Stahlrohren von 50,8 mm l. W. Das Wasser fließt aus dem untersten Sammelrohr auf der einen Seite durch die unterste Rohrreihe in das erste Sammelrohr der anderen Seite, aus diesem durch die zweite Rohrreihe in das nächste Sammelrohr auf der Eintrittseite usf.

Der Kessel soll 45 000 bis 73 000 kg/h Dampf von 375° C liefern. Auffallend ist der 6,58 m hohe Verbrennungsraum. Der Kettenrost, in den von unten Dampfluft eingeblasen wird, hat im ganzen 35,6 m² Fläche, so daß das Verhältnis von Rost- zu Heizfläche 1 : 37 beträgt. [1518] Fr.

Neuerungen an Kondensationsanlagen[1].

Für zwei 10 000 kW-Oerlikon-Dampfturbinen im Bankside-Kraftwerk in London hat die Mirrless Watson Co., Glasgow, Kondensationsanlagen, Abb. 2 und 3, geliefert, über die folgende Angaben vorliegen (d[ie] Zahlenwerte beziehen sich auf eine Gruppe): Abdampfmenge D ru[nd] 77 000 kg/h, Kühlwassermenge $K = 3930$ m³/h, daher $\frac{K}{D} = 51$. B[ei] 12,8° C Eintrittstemperatur des Kühlwassers sollen 96,7 vH Luftlee[re], bezogen auf 760 mm Barometerstand, erreicht werden. Die Kühlfläc[he] beträgt 1394 m², der Durchmesser des Kondensators 2135 mm und d[ie] Kühlrohrlänge zwischen den Rohrplatten 2852 mm. Die Rohre hab[en] 19 mm äußeren Durchmesser und sind aus Messing ($Cu : Zn = 70 : 3$[0]) hergestellt. An den Kondensatoren ist bemerkenswert, daß sie tro[tz] ihrer Größe aus Gußeisen bestehen und aus je 8 Teilen zusammengeset[zt] sind. Zur Luftabsaugung sind über Flur zwei Dampfstrahlsauger v[on] verschiedener Größe aufgestellt, damit jederzeit die wirtschaftlichste B[e]triebsweise ermöglicht wird. Bei Belastung der Hauptturbine bis [zu] rd. ⅓ der vollen Belastung wird der kleinere Strahlsauger a[n]gestellt, bei ⅓ bis ⅔ Belastung der größere, und bei mehr als ⅔ B[e]lastung arbeiten beide Strahlsauger gleichzeitig. Jede der beiden Damp[f]strahlluftpumpen, Abb. 4, die mit Zudampf von rd. 7 at Überdruc[k] arbeiten, wird zweistufig betrieben. In dem zwischen die Stufen g[e]schalteten Mischkondensator wird in bekannter Weise der Abdampf d[er] ersten Stufe durch das Kondensat der Hauptmaschine niedergeschlage[n]; das gesamte Kondensat fließt dann in die Saugleitung der Kondensatpump[e]. Der Abdampf der zweiten Stufe kondensiert im Speisewasserbehälte[r]. Die elektrisch betriebene Kondensatpumpe hat rd. 10,6 m manom[e]trische Förderhöh[e]; ihr Läufer beste[ht] aus Kanonenmeta[ll].

Abb. 4. Dampfstrahl-Luftpumpe.

Abb. 5. Strahlsauger mit gekühltem Diffussor.

Bemerkenswe[rt] sind ferner Versuc[he] an den Dampfstrah[l]luftpumpen der S[o]ciété Condenseu[rs] Delas, Paris, die [in] England von Co[l]... Marchent & Morle[y], Bradford, hergeste[llt] werden. Bekanntli[ch] sind bei Damfstrah[l]saugern besonde[re] Maßnahmen erfo[r]derlich, wenn sie b[ei] höherer Luftleere f[ür] wechselnde Betrieb[s]bedingungen gee[ig]net sein sollen. B[ei] diesem Strahlsaug[er] kühlt man zu diese[m] Zweck die Diffusor[en] durch Kühlwasser. Man hatte nämlich beobachtet, daß die Strahlsauger u[m] so größere Luftleistung lieferten, je weiter man die Düse vom Diffus[or] entfernte, und daß hierbei die Temperatur im Diffusor anstieg. So[]bald aber eine gewisse Entfernung überschritten wurde, fiel die Luf[t]leere plötzlich stark ab. Man schloß nun, daß sich durch Kühlen d[es] Diffusors dieses Versagen vermeiden und die Luftleistung noch weit[er] steigern lassen würde. Es wurde daher ein Strahlsauger, Abb. 5, m[it] einem Kühlmantel a versehen und die Düse zunächst bei Betrieb ohn[e] Kühlung soweit entfernt, bis das Versagen eintrat und die Luftlee[re] nur noch 36,6 vH betrug. Nach Anstellen des Kühlwassers stieg dan[n] die Luftleere in der Tat auf 93,3 vH, und man konnte die Düse sog[ar] noch höher rücken und die Luftleere noch weiter verbessern.

Die Erscheinung läßt sich leicht dadurch erklären, daß der Strah[l]sauger ohne Kühlung versagt, weil der Querschnitt des Diffusors b[ei] Überschreitung einer gewissen Luftmenge und einer bestimmten Tem[]peratur nicht mehr ausreicht. Durch die Kühlung wird der Raum[]inhalt des Gemisches von Luft und Dampf so verkleinert, daß de[r] Diffusor nicht nur ausreicht, sondern daß das Luftgewicht sogar gestei[]gert oder der Druck vermindert werden kann. Während die Aus[]trittstemperatur bei einem gewöhnlichen Strahlsauger bisweilen 270° [C] erreicht, sinkt sie beim Delas-Sauger auf rd. 100° C, entsprechen[d]

[1] The Engineer, 12. Mai 1922.

Abb. 2 u. 3. Kondensationsanlage für zwei 10 000 kW-Oerlikon-Dampfturbinen.

n Atmosphärendruck. Kühlung bewirkt gleichzeitig eine Annäherung
Verdichtung an die isothermische, vermindert also die auf-
wendende Arbeit, was eine Dampfersparnis zur Folge hat. Dieser
sparnis steht aber die vom Kühlwasser fortgeführte Wärmemenge
gegen, die als Verlust anzusehen ist.

Die nach diesem Grundsatz gebauten Strahlsauger, Abb. 6 und 7,
len sehr stabil sein und auch bei verhältnismäßig niedrigem Dampf-
uck sicher arbeiten. Bei der Ausführung nach Abb. 6 wird der Ab-
mpf der ersten Stufe durch besonderes Kühlwasser niedergeschlagen,
durch Löcher am unteren Ende des ersten Diffusors eingespritzt
rd. Das Kondensat wird durch ein U-Rohr in den Kondensator ge-
tet. Die Düsen sollen so weit sein, daß Dampfsiebe entbehrlich

Abb. 6.
as-Strahlsauger mit unmittelbar
ereinander liegenden Stufen.

Abb. 7.
Delas-Strahlsauger mit
Zwischenkondensation.

1. Um die Wärmeübertragung vom Dampf an das Kühlwasser zu
ünstigen, sind die Diffusoren dünnwandig ausgeführt und in
ingem Abstand mit einem Mantel umgeben, durch den das Wasser
ßt. Dieses wird der Kühlwasserpumpe entnommen und im Gleich-
m zum Dampf geführt, weil es dann bei fortschreitender Erwärmung
Stellen mit immer höherer Temperatur gelangt.

Zahlentafel 1.
Delas-Dampfstrahl-Luftpumpe mit Zwischenkühler.

Zu-dampf-druck at Überdr.	Zu-dampf-tempe-ratur °C	Dampf-ver-brauch kg/h	Gegen-druck at Überdr.	Dmr. der offenen Luft-düsen mm	Ab-gesaugtes Luft-gewicht kg/h	Luftleere am Saugstutzen vH von 760 mm Barometerstd.	Luftleere im Zwischenkühl. vH von 760 mm Barometerstd
trieb mit überhitztem Dampf. Absaugung trockener Luft.							
17	352	273	0,1	0	0	99,2	93,0
„	368	„	„	2	2,81	99,1	92,8
„	375	„	„	3	6,21	98,9	92,7
„	380	„	„	4	10,8	98,2	91,1
„	371	„	„	5	16.5	97,8	89,5
„	366	„	„	6	24.0	96,5	86,2
„	360	„	„	7	32,6	95,1	82,4
„	368	„	„	7+3	38,8	94,2	79,9
„	371	„	„	7+5	49,3	92,7	74,0
„	371	„	„	7+6	56,7	89,2	70,8
trieb mit gesättigtem Dampf. Absaugung trockener Luft.							
17	212	325	0,05	0	0	[illegible]9,1	94,2
„	„	„	„	2	2,81	99,0	92,3
„	„	„	„	3	6.21	98,7	91,5
„	„	„	„	4	10,8	98,2	90.1
„	„	„	„	5	16,5	97,9	88,8
„	„	„	„	6	24,0	97,1	87,6
„	„	„	„	7	32,6	95,2	82,9
„	„	„	„	7+3	38.8	94,3	80,4
„	„	„	„	7+5	49,3	9[illegible],1	76,9
„	„	„	„	7+6	56,7	92,1	73,0
„	„	„	„	7+6+3	63,0	91,1	69,7

Versuchsergebnisse an einem Strahlsauger mit Zwischenkühler bei
ieb mit überhitztem und gesättigtem Dampf enthalten Zahlentafel 1
Abb. 8. Die geförderte Luft war trocken; die für die Be-
ilung wichtige Temperatur des Einspritzwassers ist nicht angegeben.
Betrieb mit gesättigtem Dampf ist der Dampfverbrauch rd. 20 vH
höher. Zahlentafel 2 zeigt den Einfluß der Temperatur des Einspritzwassers. Der Druck im Zwischenkühler steigt zwar mit zunehmender Temperatur, aber die Luftleere am Saugstutzen bleibt annähernd gleich. Bei diesen Versuchen ist aber das geförderte Luftgewicht nicht angegeben. Ihr Ergebnis läßt sich mit den Versuchen in Zahlentafel 1 nicht recht in Einklang bringen. Die Dampfersparnis gegenüber ähnlichen Bauarten soll bei 94 bis 97 vH Luftleere 20 bis 25 vH betragen. Bei einer 6000-kW-Turbine im Billancourt-Kraftwerk soll sich ein Delas-Strahlsauger sehr gut bewährt haben. Beim Entlüften wurden mit der zweiten Stufe allein nach 18 Minuten 84,2 vH

Abb. 8. Erprobung einer Delas-Dampfstrahlpumpe mit Zwischenkühler.

Zahlentafel 2.
Delas-Dampfstrahl-Luftpumpe mit Zwischenkühler.

Temperatur des Einspritzwassers vor dem Kühler °C	Temperatur des Einspritzwassers hinter dem Kühler °C	Luftleere, bez. auf 760 mm Barometerstand am Saugestutzen vH	Luftleere, bez. auf 760 mm Barometerstand im Zwischenkühler vH
23	30,5	95,0	90,6
29,5	36,5	94,6	88,9
33,5	40,0	94,4	88,6
36,2	43,0	94,4	87,0

Luftleere, nach Zuschalten der ersten Stufe in weiteren drei Minuten 98,3 vH Luftleere erreicht, was indessen nicht besonders günstig ist.

Für zwei Zweidruckturbinen der British Thomson-Houston Co. in den Gruben von Llanbradach sind zwei Einspritz-Kondensationsanlagen mit je drei Delas-Luftpumpen bestimmt. Die Luftpumpen mit Zwischenkühler sind für 77 kg/h Luftmenge bemessen und können beliebig einzeln oder zusammen angestellt werden. Bei je 37 300 kg/h Dampfmenge und 23,9° C Kühlwassertemperatur sollen 91,6 vH Luftleere erreicht werden. Die Warmwasser-Kreiselpumpe, die bei 720 Uml./min 1310 m^3h fördert (35fache Kühlwassermenge), verbraucht 113 PS. Der Einspritzkondensator hat 2130 mm Durchmesser und 5330 mm Gesamthöhe.

[1513] Dr. Hoefer.

Eisenbahnwesen.

1B1+B1-Wechselstrom-Lokomotiven.

Verschiedene in dem Rundschaubericht Z. 1922 S. 1073 enthaltene Angaben und Schlußfolgerungen veranlassen mich zu folgenden Richtigstellungen:

Die Société Anonyme des Ateliers de Sécheron ist beim Entwurf der elektrischen Ausrüstungen eigene und zum Teil vollkommen neue Wege gegangen. Patente der Westinghouse-Gesellschaft hat sie hierfür nicht benutzt. Dagegen hat die S. A. A. S. von der genannten Gesellschaft das Ausführungsrecht für den mechanischen Feder-Antriebmechanismus, der als „Westinghouse Quill-Drive" in der Literatur bekannt ist[1]), erworben und für diese Einphasenlokomotiven angewandt.

Am Schlusse der Beschreibung wird sodann behauptet, daß die Verwendung von acht Motoren an Stelle von vieren für die Lokomotiven in keiner Hinsicht gerechtfertigt und offenbar nur auf die ältere Praxis der Westinghouse-Gesellschaft zurückzuführen sei. Es dürfte von allgemeinem Interesse sein, die Gründe kurz zusammenzufassen, welche die Konstruktionsfirma zur Verwendung von Zwillings- oder Doppelmotoren bewogen haben:

1) Der Doppelmotor bedeutet eine Gewicht- und demnach eine Materialersparnis von rd. 20 vH gegenüber dem Einfachmotor gleicher Leistung (vergl. Electric Journal Oktober 1918). Der theoretische Nachweis dieser auf den ersten Blick unwahrscheinlichen Tatsache wird demnächst von berufener Seite veröffentlicht werden.

2) Ein weiterer Vorteil des Doppelmotors gegenüber dem Einfachmotor liegt in der Möglichkeit des Betriebes mit doppelter Spannung. Daraus ergibt sich eine nicht zu vernachlässigende Ersparnis in Gewicht und Kosten der elektrischen Apparatur und der Stromleitungen, die nur für den halben Strom zu bemessen sind.

Der praktische Beweis für das unter 1) und 2) Gesagte ist dadurch erbracht worden, daß es lediglich durch Verwendung von

[1]) Z. 1908 S. 825; 1920 S. 762.

Doppelmotoren möglich war, die gegenwärtig auf die Gewichteinheit leistungsfähigste Einphasenlokomotive der Achsfolge 1 C 1 der Schweizerischen Bundesbahnen zu bauen. Diese Lokomotive, von der der S. A. A. S. 14 Stück in Bestellung gegeben sind, wovon 6 bereits im Betriebe stehen, haben bei nur 81 t Gewicht 2000 PS Stundenleistung am Rad bei 65 km/h Geschwindigkeit.

3) Der Doppelmotor hat gegenüber dem Einfachmotor eine geringere Bauhöhe, wodurch eine übersichtliche Anordnung der Apparate über den Motoren möglich ist.

4) Das Gesamtträgheitsmoment der beiden Anker des Doppelmotors ist kleiner als das des Ankers des Einfachmotors, wodurch die schädliche Auswirkung von raschen Bewegungsänderungen der Ankermassen auf den Antriebmechanismus vermindert wird.

5) Als schwacher Punkt bei den Einphasenlokomotiven ist bisher immer der Kollektor betrachtet worden. Aus diesem Grunde hegen bedeutende Betriebsfachleute Bedenken gegen die Verwendung mehrerer Kollektoren auf einer Lokomotive. Die Betriebsergebnisse mit den Sécheron-Lokomotiven haben bis heute aber einwandfrei ergeben, daß diese Bedenken nicht gerechtfertigt sind. Die gute Haltung der Kollektoren erklärt sich damit, daß diese infolge der bedeutend kleineren Abmessungen so gebaut werden können, daß Formänderungen im Betrieb nicht eintreten. Ein wesentlicher Einfluß auf die günstigen Ergebnisse wird ebenfalls dem Federantrieb zugeschrieben, der das gefürchtete Anbrennen von Kollektorlamellen auch bei schwersten Anfahrten dadurch verhindert, daß der Kollektor vor dem Anziehen der Lokomotive unter den Bürsten hin und her pendelt. [M 311]

G. L. Meyfarth.

Kraftfahrzeuge.

Sauggas-Lastkraftwagen[1]).

Die hohen Preise der flüssigen Brennstoffe für Kraftwagenmotoren drängen in allen europäischen Ländern zu Versuchen, entweder schwere Öle oder Sauggas in Vergasermotoren zu verarbeiten, um den Betrieb zu verbilligen. Der zweite Weg scheint zunächst in England und Frankreich beachtenswerte Ergebnisse zu zeitigen. Während man in England gleich zu Koks und Anthrazit als Brennstoff gegriffen hat[2]), versucht man in Frankreich, die leichter verwendbare Holzkohle als im Lande reichlich vorhandenen Brennstoff zur Herstellung von Sauggas zu benutzen[3]). Dabei ist man bestrebt, zunächst keine Neukonstruktionen von Wagen und Motoren zu schaffen, sondern der Einführung des Sauggasbetriebes und der Erkenntnis seiner wirtschaftlichen Vorteile durch Herstellung von mehr behelfsmäßigen Anlagen die Wege zu ebnen, die sich an vorhandenen Wagen verschiedener Bauarten anbringen lassen. Da die Leistung der Maschinen bei Betrieb mit Sauggas stark sinkt, wenn man ihre Verdichtung nicht erhöht, so ist man gezwungen, Nutzlast u
Fahrgeschwindigkeit zu beschränken, und man richtet daher die A
lagen so ein, daß man wahlweise mit Sauggas oder mit flüssigem Bre
stoff fahren kann, wenn man auf gelegentliche Steigerung der Leistung
nicht verzichten will. Man erwartet große Vorteile vom Vert
solcher Sauggasanlagen, wenn erst ihre Vorzüge erkannt worden s
und feststeht, daß sich der Mehraufwand an Wartung unter gewis
Betriebsbedingungen bezahlt macht. Die Anlage kann nach den W
schen des Besitzers und der Bauart des Wagens zu beiden Seiten
Führerhauses oder dahinter oder sogar am Rahmenende eingebaut wer

Abb. 9 und 10. Lastkraftwagen mit Lion-Sauggasbetrieb.

Abb. 11. Lion-Sauggaserzeuger.

Abb. 12. Wäscher.

Der Gaserzeuger Lion-Montchat, Abb. 9 bis 11, arbeitet
schließlich mit Holzkohle, die im Schacht a enthalten ist; die Was
zufuhr bei b wird durch ein Ventil geregelt, der Dampf wird im R
raum c gebildet und bei d in den Schacht geleitet. In der R
kammer e sammelt sich das Gas, das bei f zum Wäscher austritt.
Brennstoffvorrat wird im oberen Teil g mitgeführt, während der F
wird die Kohle durch Betätigen des Hebels h und Senken des Ke
eingelassen. Der Wäscher, Abb. 12, soll das Gas kühlen und vom St
befreien. Er besteht aus mit Koks gefüllten zylindrischen Kamm
Bei i wird Wasser eingeführt und durch das Ringrohr k zerstäubt.
Anfachen des Feuers bei Inbetriebsetzung dient ein Handbläser; di
ist mit einem Dreiwegehahn zusammengebaut, der das Gas entw
durch einen kurzen Schornstein unmittelbar ins Freie oder über
Wäscher zum Motor leitet. Daß das Gas so unter Druck zum M
gelangt, erleichtert das Andrehen. Angeblich soll der Gaserzeu
auch wenn der Wagen 36 h gestanden hat, in 4 bis 5 min betriebsb
sein. An die Stelle des Vergasers tritt ein einfacher Gasmischer.
Einbuße an Leistung gegenüber dem Benzinbetrieb soll die bes
Regelbarkeit der Maschine ausgleichen. Bei dem Pariser Wettbe
leistete ein Saurer-Lastwagenmotor von 110 mm Zyl.-Dmr. und 140
Hub 15,8 PS (statt 30,5 PS mit Benzin bei 1000 Uml./min).
Wagen von 4093 kg Gesamtgewicht verbrauchte bei 3570 kg Nut
im Mittel auf zwei Fahrten von je 67 km 56 und 51 kg Holzkohle
0,8 kg/km. Die ganze Gaserzeugeranlage soll 280 kg wiegen und
für Motoren bis zu 40 PS Leistung eignen.

Die Sauggasanlage der Société Française de Maté
Agricole et Industriel de Vierzon wird mit einer Mischung
kleingehacktem Holz und Holzkohle im Verhältnis von 3 : 1 betrie
Der Wäscher ist durch Kühlrohre ersetzt, auch wird kein Wasser
geführt, da die Feuchtigkeit des Holzes zur Abspaltung von Wasser
genügt. Der Erzeuger arbeitet mit umgekehrter Verbrennung, d. h
Luft tritt von oben zu, und das teerhaltige Gas muß durch die glüh
Brennstoffmasse streichen, ehe es in die wagerecht oder senkrecht a
ordneten, nach Zahl und Länge von der Leistung abhängigen K
rohre gelangt. Sammelräume ermöglichen die Staubabscheidung.
untern Teil hat der Erzeuger feuersichere Auskleidung, umgeben
einem Ringraum mit regelbarer Luftzuführung. Darüber liegt ein
rats- und Trockenraum, ein Schornstein dient bei feuchtem Holz
übergehend zum Rauchabzug. Der Kühler hat 2 × 5 Rohre von je
Länge, die auf- oder abwärts durchstrichen werden, sowie einen San
kasten zum Abscheiden von Staub. Ein Dreiwegehahn am Saugroh
stattet, den Motor augenblicklich auf Betrieb mit flüssigem Bren
umzustellen, wenn man die Leistung steigern will. Ein mit dieser
lage ausgestatteter La Buire-Lastkraftwagen von 90 mm Zyl.-Dmr.
110 mm Hub und 3980 kg Gesamtgewicht bei 2470 kg Nutzlast ha
einer Fahrt über 211 km 154 kg Holz und 47,5 kg Holzkohle = 0,95 k
feste Brennstoffe und 0,94 l Benzin zum Anlassen verbraucht. Nac
Fahrt war kein Teer im Brennraum oder in den Leitungen zu bem

Der Gaserzeuger der Société des Gazogènes Ca
Paris, arbeitet mit Holzkohle und Einspritzen von Wasser, das

[1]) The Engineer 29. September 1922.
[2]) Vergl. Z. 1920 S. 139.
[3]) Vergl. Z. 1922 S. 939.

mpf-Gemisch wird vom abziehenden Sauggas geheizt. Das Gas strömt ch einen Wäscher und einen Kondensator mit Prallblechen. Ein sier-Lastkraftwagen mit Motor von 100 mm Zyl.-Dmr., 150 mm Hub 20,4 PS Leistung verbrauchte mit 3,5 t Nutzlast bei einer Fahrt r 2 × 67 km 100,5 kg oder 0,75 kg/km. Man hat diesen Gaserzeuger Erfolg auch bei Pflugschleppern verwendet; bei einer neueren art sind Wäscher und Kondensator durch ein doppeltes Ölfilter etzt, wobei 250 kg Gewicht gespart werden. Überhaupt streben die steller von solchen Sauggaserzeugern danach, die Anlagen weitend zu vereinfachen, indem sie die Wäscher und den Wasservorrat meiden und gedrängtere Bauarten benutzen.

Der Sauggas-Lastkraftwagen von J. I. Thornycroft[1]), der bei Wettbewerb in Frankreich gesiegt hat, ist nach langjährigen Erungen der Erbauer den besonderen Bedingungen des Sauggasriebes angepaßt. Der Motor von 114 mm Zyl.-Dmr. und 152 mm Hub höhere Verdichtung als bei Benzinbetrieb, der Dampf wird durch die puffhitze erzeugt, so daß seine Menge mit der Motorbelastung zumt. Daneben erzeugt die Generatorabwärme eine gleichbleibend gege Dampfmenge. Der Auspuffverdampfer ist, da er sich leicht Kesselstein zusetzt, besonders schnell zerlegbar. Das erzeugte Gas l durch einen Zyklon-Staubabscheider, ein rings um den Fahrzeugmen geführtes Kühlrohr und einen mit Holzwolle oder dergleichen illten Trockenreiniger geleitet, dessen Füllung nach Bedürfnis, d. h. nach Brennstoffart und Belastung, erneuert wird (Handbläser fehlt h hier nicht).

Versuche mit Anthrazit und Holzkohle im April 1922 ergaben trockener Straße:

Entfernung km	45	45
Fahrzeit min	140	140
Geschwindigkeit km/h	19,25	21,5
Brennstoff	Anthrazit	Holzkohle
Brennstoffverbrauch kg/km	0,705	0,815
Wasserverbrauch kg	20,3	15,8
Gesamtgewicht t	7,633	7,582

Ein im Dienste der Erbauer laufender Wagen soll bei Betrieb mit öhnlichem Anthrazit 0,73 kg/km auf insgesamt 2530 km Wegleistung eben haben.

Auch in Deutschland sind Versuche mit einem Sauggas-Lastwagen Gange, der von der Firma Julius Pintsch A.-G. hergestellt ist. Allerings sind bei uns die Schwierigkeiten solcher Versuche groß, weil der sche Anthrazit 8 bis 12 vH Asche enthält, während Koks bei Bespausen erkaltet, wenn man nicht auf besondere Weise für Zug t. Um die Abnahme der Leistung bei Gasbetrieb zu vermeiden, nte man geringe Mengen von Gasöl oder dergl. mit dem Gas angen, wenn hohe Leistung verlangt wird. Die Verbrennung schwerer nstoffe, die bisher in Vergasermaschinen nur sehr unvollkommen ngt, könnte so vielleicht verbessert werden. [1520]

Dipl.-Ing. Aders.

Dreiachsige Motoromnibusse für Paris.

Im Pariser Stadtverkehr ist, wie wir der Zeitschrift „Le Génie l" vom 30. Dezember 1922 entnehmen, vor kurzem ein Motoromnibus drei Achsen in Betrieb genommen worden, der ermöglichen soll, r Beibehaltung der bisherigen eindeckigen Bauart den Fassungsn dieser Fahrzeuge von 38 auf 48 Sitzplätze zu vergrößern. Der gen hat insgesamt 10,43 m Länge und 2,25 m Breite und ruht auf m 9,98 m langen Rahmen, der vorn 0,98 m und hinten 2,19 m t ist. Die drei Achsen sind ungleich verteilt, derart, daß sie vorn und hinten 2,15 m Abstand haben; die mittlere Spurweite beträgt 1,75 m, in der Mitte 1,83 m und hinten 1,44 m. Die Federn der en hinteren Achsen sind durch Hebel gekuppelt, und durch Verebung einer der Achsen kann man stets erreichen, daß sich die auf sie gleichmäßig verteilt. Die Räder der vordersten und der ersten Achse sind gleichzeitig lenkbar, so daß das Fahrzeug einen en von 8,56 m größtem Halbmesser beschreiben kann. Dabei laufen rdings auch die Räder der angetriebenen mittleren Achse, die untellbar sind, in einem Bogen, so daß sie Gleitbewegungen ausführen sen. Deshalb hat man den Wagen zunächst auf der fast geraden cke Madeleine-Bastille in Betrieb genommen, welche über die levards läuft. Der Wagen wiegt leer 7,34 t oder, auf den Sitzplatz gen, 150 kg; man hofft aber, das Gewicht noch mehr, bis auf kg für den Sitzplatz, verringern zu können. Vorerst sind 50 solcher gen im Bau begriffen. Auch mit Luftreifen werden, wie übrigens bei uns, Versuche angestellt. [M 316]

Diesel-elektrischer Triebwagen.

Die Firma Gebr. Sulzer in Winterthur gibt neuerdings Einzelheiten s von ihr gebauten Diesel-elektrischen Triebwagens bekannt, der bei wiederholten Versuchsfahrten auf der Strecke Wallisellen—Winur—Romanshorn mit Steigungen bis zu 12 vT gut bewährt haben Der Wagen ist in der Art der bekannten Eisenbahntriebwagen einem vom eigentlichen Wagenkasten getrennten zweiachsigen Manendrehgestell versehen, das von dem 66,5 t betragenden Leericht 38,65 t aufnimmt und einen Sechszylinder-Dieselmotor, gepelt mit einer Gleichstromdynamo nebst Erregermaschine, trägt. Der or hat V-Bauart, versetzte Zylinder und arbeitet ohne Kompressor. mehr wird der Brennstoff mit Hilfe eines Teiles der Brenngase espritzt, während zum Anlassen die Dynamo aus einer Batterie Motor gespeist wird. Bei den Probefahrten hat dieses Anlaßverfahren selbst auf Steigungen von 12 vT einwandfrei gearbeitet. Der Motor leistet bei 440 Uml./min 200 PS, kann aber vorübergehend auch bis auf 250 PS überlastet werden. Der erzeugte Strom von 300 V speist zwei im hinteren Drehgestell gelagerte, mit 6 Haupt- und 6 Wendepolen versehene Reihenschlußmotoren, die mit dem Stromerzeuger nach dem Verfahren von Ward-Leonard geschaltet sind.

Das Fahrzeug enthält 69 Sitzplätze und kann selbst mit einem 30 t schweren Anhänger 60 km/h Geschwindigkeit erreichen. Der 350 l fassende Brennstoffbehälter reicht für rd. 500 km Wegstrecke aus, wenn die mittlere Reisegeschwindigkeit 50 km/h beträgt. [M 317]

[1]) Motor-Transport 21. August 1922.

Transportanlagen.

Saugluft-Löschanlage für Kohlenkähne.

Vor einiger Zeit wurde über die Druckluft-Bekohlanlage auf der Zeche Ver. Welheim berichtet[2]). Eine Saugluftanlage zum Löschen von Kohlenkähnen ist inzwischen von Henry Simon Ltd., Manchester, für das Bankside-Kraftwerk in Blackfriars der City of London Electric Lighting Co. gebaut worden. Zwei in einiger Entfernung voneinander stehende Türme enthalten je einen Sammelbehälter, von dem die Kohlen durch Förderbänder nach den Verwendungsstellen geleitet werden. Über den Behältern ist je ein Fliehkraft-Staubabscheider angeordnet. An ein wagerecht und senkrecht schwenkbares Saugrohr ist zunächst durch ein Metallschlauchstück ein ausziehbares senkrecht hängendes Rohr und dieses wieder an mehrere Metallschlauchstücke mit dem Saugkopf angeschlossen. Die Anordnung ähnelt den bekannten Saugluft-Getreidehebern[3]); von jedem Turm aus können acht nebeneinanderliegende Kähne gelöscht werden. Die Anschlüsse an das Auslegerrohr sind durch auswechselbare Leitbleche gegen Abnützung geschützt.

Das Auslegerrohr erweitert sich nach dem Turm hin von 228 auf 305 mm. Das ausziehbare Rohr von 200 mm l. W. kann bis zu 4,5 m verlängert werden, wobei der untere Teil über den oberen geführt ist, damit sich keine herabfallenden Kohlenstücke festklemmen können. Die Stopfbüchspackung wird durch Federn angedrückt. Das Saugmundstück hat rechteckigen Querschnitt von 610 × 127 mm². Durch ein Ventil kann nach Bedarf Luft eingelassen werden. Eine stehende Zwillingsluftpumpe mit selbsttätigen durch Federn belasteten Stahlblechventilen wird durch einen 240 PS-Gleichstrommotor über ein Rädervorgelege angetrieben. Jeder Zylinder ist für die Leistung eines Turmes bemessen und kann mit jedem der beiden Behälter verbunden werden. Beim Betrieb nur eines Turmes läuft die zweite Luftpumpe leer mit. Die Pumpen sind für einen Unterdruck von etwa 0,1 bis 0,15 at gebaut. Damit die Zylinder und Kolben nicht durch den trotz des Staubsammlers etwa mitgerissenen Kohlenstaub verschmiert werden, sind die gußeisernen Kolbenringe mit selbstschmierenden Graphiteinlagen versehen, so daß die Zylinder nicht mit Öl geschmiert zu werden brauchen. Besonders wichtig für die Anlage ist der Verschluß der Behälter, Abb. 13, durch den die Kohlen auf die Förderbänder geleitet werden. Er besteht aus einer um a schwingenden Doppelkammer b mit zylindrischer Abschlußfläche. Jede Kammer hat eine frei bewegliche mit Gummidichtung versehene Klappe c, die während des Füllens der Kammer durch den äußeren Luftüberdruck angepreßt wird. Ist die eine Seite gefüllt, so wird durch die Öffnungen d zunächst in der leeren Kammer der in der Leitung herrschende Unterdruck hergestellt und dadurch die Klappe c angedrückt, bevor Kohlen in diese Kammer fallen können. Anderseits wird vor dem Entleeren durch Lüften der Kanten bei e der Ausgleich mit der Außenluft hergestellt. Der ganze Verschluß ruht in nachstellbaren Lagern. Zwischen beiden Kammern ist eine durch Blattfedern angedrückte Dichtleiste eingelegt, während die Außenkanten durch Lederstreifen gedichtet sind. In den Antrieb sind die Federn f eingeschaltet, die Beschädigungen durch eingeklemmte Kohlen oder dergl. verhindern. Jeder Förderturm soll 60 t/h gewaschene Nußkohlen fördern können. (The Iron and Coal Trades Review 27. Jan. 1912.) [1252] Fr.

Abb. 13. Behälterverschluß.

[2]) Z. 1921, S. 146. [3]) Z. 1898, S. 921.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Englands Wirtschaft im Jahre 1922.

Das ganze Jahr über war man mit wenigen Unterbrechungen infolge internationaler politischer Ereignisse mit der ungelösten Wiederherstellungsfrage beschäftigt. Die hervorragendsten Bankleute und Industriellen, Handelskammern, wirtschaftliche und politische Versammlungen und das englische Parlament versäumten keine Gelegenheit, auf die Gefahr einer weitern Verschleppung hinzuweisen. Die Stimmung für eine geschäftliche Verständigung ist vorhanden. Den politischen Ereignissen schenkt man weniger Beachtung, weil die wirtschaftliche Not näher liegt.

Die wirtschaftliche Gesetzgebungstätigkeit des Parlaments kann als nichts andres als ein Rettungs- und Hilfswerk bezeichnet werden, wieder nur eine Folge der Friedensverträge. An den Gesetzen zum Schutz der Schlüsselindustrien wurde mehrfach gefeilt, Auslegen und Unterlegen wechselte häufig ab. Das Gesetz zur Förderung der Ausfuhr, das sich trotz der verschiedenen Erweiterungen als wenig wirksam erwies — wurde doch aus den seit nahezu drei Jahren zur Verfügung stehenden 26 000 000 £ nur wenig über 3 000 000 £ verwandt, die sich auf 57 Staaten und Kolonien verteilten —, ist durch die Trade Facilities Act ergänzt worden, die der Regierung die Vollmacht gab, Werke von allgemeiner Wichtigkeit durch Zinsen- und Kapitalhaftung zu ermöglichen. Die rasche Erledigung dieses Gesetzes war der zunehmenden Arbeitslosigkeit zu verdanken und den wachsenden Unterstützungen, die den Steuerträgern immer schwerere Lasten auferlegten, aber auch von vielen Arbeitern als demütigend empfunden werden. Der notwendige Ausbau der Londoner Untergrundbahnen wurde bereits mit dieser Staatshilfe in Angriff genommen; der Staat übernahm die Haftung von 6 000 000 £ für die Kosten. Auch andre weitreichende Pläne, u. a. die Anlage von großen Wasserkraftwerken, sind schon ausgearbeitet, aber manche Kohlenbesitzer sehen in der Errichtung solch billiger Kraftquellen eine schwere Schädigung ihrer vermeintlich unantastbaren Rechte und werden Widerstand leisten.

Der Staatshaushalt für das laufende Jahr wurde in den Einnahmen und Ausgaben den veränderten wirtschaftlichen Verhältnissen so weit wie möglich angepaßt, aber der Abbau in den Ausgaben kann nur langsam sein, und der parlamentarische Ersparungsausschuß hat trotz scharfer Einschnitte doch eine schwere Aufgabe. Nachtragskredite sind nicht zu vermeiden. Überall wirtschaftet jetzt der Staat teurer als vor dem Krieg. Die Unterstützung der Arbeitslosen erweist sich als eine steigende Last. Der Abbau der Kriegswirtschaft ist seinem Ende nahe; die bisherigen Abrechnungen zeigen mit Ausnahme derer über Schafwolle erhebliche Verluste. Die Zinkerzverträge mit den australischen Gruben — die deutschen Verträge wurden als Kriegsmaßregel zwangsweise aufgelöst — bilden eine schwere Belastung des Staatshaushalts. Trotz all dieser Schwierigkeiten war nicht nur eine Ermäßigung der Einkommensteuer von 6 auf 5 Schilling vom Pfund Sterling möglich, es konnte auch das Gleichgewicht im Haushalt hergestellt werden. Es ist auch gelungen, die schwebende Schuld erheblich zu ermäßigen. Gegenüber den Ende 1921 ausstehenden Schatzwechseln im Betrage von 1059,8 Mill. £ sind jetzt nur 733,8 Mill. £ im Umlauf; dagegen wurden an 5proz. Schatzbonds mit der Fälligkeit am 1. Februar 1927 69 030 000 £ und an 4½proz. mit der Fälligkeit am 15. April 1932 71 305 000 £ ausgegeben. Der größte Teil der in diesem und im nächsten Jahre fälligen hochverzinslichen Kriegsanleihen wurde in eine 3½proz. Konversionsanleihe umgetauscht. Auch die Staatsnoten (Currency Notes) zeigen einen Rückgang von 325 584 000 £ auf 299 810 000 £. Der Banknotenumlauf zeigt keine wesentliche Veränderung (124 877 670 £ gegen 126 520 245 £ am 30. Dezember 1921 bei einer Golddeckung von 127 443 007 £ gegen 128 434 359 £ am 30. Dezember 1921). Auf die Schuld an die Vereinigten Staaten wurde mit der Zinsenzahlung im Betrag von 100 Mill. $ begonnen; an sich wohl ein großer Betrag, aber verhältnismäßig doch sehr gering, da die rückständigen Zinsen seit 1919 auf mehr als 800 Mill. $ angewachsen sind. Wieder ein schlagender Beweis, wie schwer, ja unmöglich es ist, große Summen selbst aus dem kapitalkräftigsten Land herauszuholen und dem Ausland zu bezahlen.

Die stetige, wenn auch langsame Besserung des englischen Wechselkurses von 4,20 auf nahezu 4,70 $/£ (Pari 1 £ = 4,87 $) im Laufe des Jahres war die Folge der schon vorher erwähnten Gründe im Verein mit dem geringern Außenhandel und der damit verbundenen verminderten Anschaffung amerikanischer Zahlungsmittel; auch technische Gründe wirkten mit, wie das Bestehen umfassender Leerverkäufe und die Anhäufung großer Dollarguthaben in Erwartung des regelmäßigen Herbstbedarfs, der aber diesmal sehr klein war. Auch amerikanische Käufe von englischen Anlagewerten und die Umwandlung der Guthaben aus den europäischen Anleihen in New York in Pfund Sterling beeinflußten den Wechselkurs.

Die Geldverhältnisse waren während des ganzen Jahres außerordentlich leicht. Die Bank von England hat ihren Zinssatz auf 3 gegen 5 vH im Anfang des Jahres herabgesetzt, und die großen Banken bewilligten den Einlegern schließlich nur 1 vH. Die Abhebung bedeutender Beträge vermehrte nicht nur die Geldflüssigkeit, sie ist auch die Ursache der fast ununterbrochenen Wertsteigerung der festverzinslichen Anlagen.

Während des ganzen Jahres waren die Eisenbahnen wieder in ihrer frühern Verwaltung. Unter Berücksichtigung der schwierigen Verhältnisse zur Zeit des Übergangs aus der Staatsaufsicht in die Privatverwaltung, insbesondere der widerstandslosen Bewilligung immer höherer Löhne durch den Staat, war eine pessimistische Einschätzun der zukünftigen Überschüsse begreiflich, und wenn auch der leicht Geldstand eine Umwertung rechtfertigte, so war das Ausmaß der ge waltigen Kurssteigerung der Eisenbahnaktien doch zum überwiegende Teil auf die kaufmännische Geschäftsführung zurückzuführen. Die Vo teile der Betriebsvereinfachung durch den Zusammenschluß der viele selbständigen Eisenbahnen zu vier großen Netzen werden erst in diese Jahre zur Geltung kommen; mehr als 300 verschiedene Eisenbahnsicher heiten werden durch Umtausch in 34 zusammengelegt.

Die allgemeine, wenn auch mäßige Wertsteigerung der Industri aktien läßt auf die wachsende Zuversicht einer baldigen stärkern Tätig keit schließen. Jedenfalls scheint der Höhepunkt der Krise bereit überschritten.

Die südafrikanische Grubenindustrie hat im Jahre 1922 mi einem hartnäckigen blutigen Arbeiterausstand, der drei Monate währt eine schwere Krise durchgemacht. Die auf den höchsten Goldpreise aufgebauten Löhne hatten mit dem schwindenden Aufgeld keine Be rechtigung. Lohnermäßigungen und niedrigere Preise für Chemikalie und sonstige Betriebsmittel ermöglichten die Wiederaufnahme der För derung auf früherer Höhe.

Die finanzielle Tätigkeit beschränkte sich meist auf die Befriedi gung der Geldbedürfnisse der Kolonien und für örtliche Zwecke. Vo Anleihen für europäische Länder seien nur die französischen Eisenbahn schuldverschreibungen erwähnt, die zumeist in Gemeinschaft mit de Vereinigten Staaten aufgelegt wurden. Ihre Kursbewegung konnte sic nicht den Einwirkungen der französischen Politik entziehen, die für fran zösische Werte nichts weniger als günstig war. Die Wiederaufnahme de Zinszahlungen Mexikos, Bulgariens und der Türkei waren angenehm Überraschungen. Die Versuche, für Polen eine Anleihe aufzunehmen hatten keinen Erfolg; schon deshalb nicht, weil sich selbst die beste Freunde, die Franzosen, einer solchen Anlage gegenüber ablehnend ver hielten. Diese fanden es vorteilhafter und sicherer, sich an den vo Deutschen zu hoher Entwicklung gebrachten, nun polnischen Unterneh mungen mit großen Kapitalien zu beteiligen.

(Kölnische Zeitung 1923, Nr. 15.) [W 167]

Die deutschen Holzlieferungen an die Entente.

Die Wiedergutmachungskommission hat in ihrer Sitzung am 26. Dezember 1922 eine „vorsätzliche Verfehlung“ Deutschlands fest gestellt und die Verhängung von Strafmaßnahmen angekündigt, (di durch die inzwischen erfolgte Besetzung des Ruhrgebietes bereits eingelei tet sind), weil die für 1922 angeforderten Holzlieferungen, insbesondere a Frankreich, nicht restlos durchgeführt worden sind. Die deutsche Regie rung hat gegen diesen Beschluß, der übrigens gegen die Stimme des eng lischen Vertreters gefaßt worden ist, Einspruch erhoben, da sie nach Kräf ten bemüht gewesen ist, die Forderungen der Entente zu befriedigen und die Versäumnis demnach zum mindesten nicht als vorsätzlich be zeichnet werden kann. Des weiteren trägt die Entente selbst die Haupt schuld an der eingetretenen Verzögerung, da die endgültigen Anfor derungen der deutschen Regierung erst am 31. März 1922, für die eng lischen Lieferungen sogar erst am 20. April 1922, zugegangen sind, d. h zu einer Zeit, wo der Holzeinschlag, der von Ende September bis zum März stattfindet, bereits abgeschlossen war. Auch standen infolgedesse anstatt der von der Entente ursprünglich gewährten Lieferfrist vo 12 Monaten nur noch 9 Monate zur Verfügung. Die von den be teiligten Staaten angeforderten Lieferungen, welche aus der nachstehen den Zahlentafel ersichtlich sind, hat die deutsche Regierung sofort nac Bekanntgabe als undurchführbar bezeichnet und ihrerseits ein Gegen angebot gemacht, wobei sie jedoch ausdrücklich betonte, daß auch di restlose Durchführung dieser verminderten Leistungen infolge der ver späteten Anforderungen kaum möglich sein werde. Soweit das deutsch Angebot von den ursprünglichen Ententeforderungen abweicht, sin die entsprechenden Angaben in der nachstehenden Zahlentafel i Klammern beigefügt.

Angefordert von (Deutsches Angebot)	Rundholz in Festmetern	Schnittholz in Festmetern	Schwellen Stück	Telegraphenstangen Stück
Belgien	140 000	6 000	1 700 000 (1 050 000)	41 700
England	—	3 700 000 (10 000)[1]	1 000 000 (70 000)[1]	50 000 (0)
Frankreich	—	55 000	—	200 000
Italien	15 000 (5 000)	242 000	1 000 000 (0)	150 000

Die zugesagten Rundholzmengen werden voraussichtlic bis zu der auf Ende Februar 1923 verlängerten Frist restlos ausgeliefe werden können. Von den Schnittholzlieferungen fü Frankreich war bis Mitte November der volle Betrag aufgebracht un 35 000 Festmeter bereits abgeliefert. Die Schnittholzlieferungen fü Belgien und die Probelieferung nach England konnten bis Ende de Jahres 1922 restlos erfüllt werden; die Lieferung nach Italien ist b auf einen Rest von 65 000 Festmetern durchgeführt. Die Schwelle lieferung nach England ist in voller Höhe erfolgt, der Beda Belgiens sichergestellt. Am ungünstigsten liegen die Verhältnisse b den Lieferungen von Telegraphenstangen. Infolge der vo

[1] Als Probelieferung.

Englische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte.

Betreffs der in den Konjunkturtafeln betrachteten Waren und Kennzahlen siehe Z. 1922 S. 72. Zu beachten ist jedoch, daß die Angaben für Zement und für die Börsenkennzahlen fortgefallen sind, und daß es sich bei der Indexziffer des „Economist" (Großhandelskennzahl) nur um 22 Waren handelt.

Letzte Werte:

Kohle am 29. Dezember	21,00 sh/ton	Kupfer am 10. Januar	71,38 £/ton
Baumwolle am 28. Dezember	15.34 d/lb	Dollar am 10. Januar	4,6650 sh/$
Eisen am 29. Dezember	10,50 £ ton	Mark am 10. Januar	0,0203 sh/100 ℳ

Gegenüber der letzten Veröffentlichung, die bis Mitte Oktober reichte, ist eine Steigerung des Kohlenpreises um 11 vH und des Baumwollpreises um 11,5 vH festzustellen, Erhöhungen, die besonders in der Tafel der Verhältniswerte zum Ausdruck kommen.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel (vergl. S. 47):
- Kupfer am 10. Januar 3522,0 ℳ/kg
- Baumwolle am 10. Januar 6944,0 ℳ/kg
- Dollar am 10. Januar 10260,0 ℳ/$
- Aktienziffer am 5. Januar 376685

Beteiligten geforderten Abmessungen, die eine besondere Aussor-ung des in Deutschland handelsüblichen Materials bedingten, ver-hte der Reichskommissar trotz größter Bemühungen Angebote nur geringen Mengen zu erhalten, die häufig gar nicht angenommen den konnten, da sie unter der für die Abnahme vorgeschriebenen destmenge lagen. Ferner konnte ein großer Posten, der den tschen Bedingungen entsprach, infolge der strengen Durchführung von den Ententestaaten für die Imprägnierung vorgeschriebenen ngungen nicht zur Ablieferung gelangen. Dadurch ist Deutschland in der Lieferung der Telegraphenstangen erheblich in Verzug geraten; bisher konnten nur 55 000 Stangen nach Frankreich abgeliefert werden. Dabei ist besonders hervorzuheben, daß Deutschland seinen eigenen Bedarf an Telegraphenstangen im wesentlichen aus dem Ausland gedeckt hat. Von der Gesamtmenge des von Deutschland gemachten Angebotes waren bis Anfang Dezember nur etwa 50 vH zur Ablieferung gebracht. Der Wert der nicht gelieferten Menge beträgt unter Zugrundelegung der Gutschriftpreise der Wiedergutmachungskommission etwa 2,5 Mill. Goldmark.

Unter genauer Darlegung dieses Sachverhaltes hatte die deutsche Regierung Anfang Dezember vorigen Jahres um Verlängerung der Frist bis zum 1. April 1923, d. h. um Gewährung der ursprünglich in Aussicht genommenen einjährigen Lieferzeit gebeten. Die Wiedergutmachungskommission hat diesen Antrag abgelehnt und den eingangs wiedergegebenen Beschluß gefaßt.

Erwähnt sei noch, daß die Wiedergutmachungskommission für 1923 zunächst Lieferungen in einer Höhe von 6,5 Mill. Festmetern angefordert hat, die inzwischen auf 4,8 Mill. ermäßigt worden sind. Die deutsche Regierung glaubt, daß es technisch allenfalls möglich sein wird, Lieferungen in einem Umfang von 1,44 Mill. Festmetern durchzuführen, ein Betrag, der unter Zugrundelegung der Holzpreise von Mitte Dezember einem Geldwert von 200 Milliarden Papiermark entspricht, während die Forderungen der Entente von 4,8 Mill. Festmetern einen Wert von 800 Milliarden Papiermark ausmachen würden. [W 160]

Die Ausgleichzahlungen.

Einer Denkschrift, die das Reichswirtschaftsministerium für Wiederaufbau dem Reichstag übermittelt hat, sind nachstehende Angaben über die vom August 1920 bis zum November 1922 von Deutschland geleisteten Ausgleichzahlungen zu entnehmen:

An Belgien	133 928 892 Fr
„ Elsaß-Lothringen	250 311 225 „
„ England	23 479 427 £
„ Frankreich	374 287 653 Fr
„ Griechenland	479 142 Drachmen
„ Siam	19 715 £
	zus. 615 503 715 Goldmark

Die Aufwendungen des Reichsausgleichsamtes zur Beschaffung der Zahlungsmittel betrugen 42 896 537 355 Papiermark. Neuerdings soll Deutschland auf Grund eines mit den beteiligten Staaten abgeschlossenen Abkommens, dessen Ratifizierung jedoch von der Regelung der Wiedergutmachungsfrage abhängig gemacht und demnach noch nicht erfolgt ist, bis zum 10. Juli 1923 von allen Barzahlungen im Ausgleichverfahren befreit bleiben und lediglich ungarantierte Schatzanweisungen über den voraussichtlich noch ungedeckten Gesamtbetrag der deutschen Debetsalden ausstellen. Dieser Betrag ist vorläufig auf 24,2 Mill. £ festgelegt worden. Die Schatzanweisungen sollen nicht den verbündeten Ausgleichämtern, sondern der deutschen Reichsbank, und zwar zunächst ohne Fälligkeitsdatum, übergeben werden. Die Reichsbank soll die Anweisungen als Treuhänder der Ausgleichämter verwahren und die fälligen Beträge bei der Reichsschuldenverwaltung einziehen. Die Höhe der zur Einlösung der Schatzanweisungen vom Juli 1923 an monatlich zu leistenden Barzahlungen ist zunächst auf 300 000 £ festgesetzt worden und soll bis zum Jahre 1928 allmählich auf 500 000 £ ansteigen. An Stelle der ursprünglich von den Verbündeten gewünschten Verzinsung des Gesamtbetrages von 24,2 Mill. £ mit 5 vH vom Tage des Abschlusses des Abkommens an soll nur eine Verzinsung der durch die Barzahlungen nicht gedeckten jeweiligen deutschen Debetsalden erfolgen. [W 161]

Reform der Außenhandelsüberwachung.

Der Außenhandelskontrollausschuß des Vorläufigen Reichswirtschaftsrats hat die von vielen Seiten, vor allem von der Hamburger Handelskammer, gegen das bestehende System der Außenhandelsüberwachung erhobenen Klagen[1]) nach eingehender Prüfung in einem abschließenden Gutachten im allgemeinen als unbegründet bezeichnet. Der Ausschuß hat gleichzeitig dem Reichskommissar für Aus- und Einfuhrbewilligungen eine Reihe von Verbesserungsvorschlägen unterbreitet, unter denen nachstehende Punkte besonders hervorzuheben sind: Einsetzung eines besonderen Finanzausschusses bei jeder Außenhandelsstelle, der das Finanzwesen der Stelle halbjährlich prüfen soll; strenge Überwachung der mit der Bearbeitung der Ein- und Ausfuhranträge betrauten Angestellten; Vermeidung der Personal- und Bürovereinigung mit Fachverbänden, um die volle Objektivität der Außenhandelsstellen gegenüber den beteiligten Wirtschaftsgruppen sicherzustellen. Ferner sollen die Ausfuhrmindestpreise lediglich durch die Außenhandelsausschüsse unter nur begutachtender Mitwirkung der Preisprüfer festgesetzt werden und die Wahl der Valuta, soweit Hochvaluta in Betracht kommt, dem Exporteur überlassen sein. [W 163]

Die Umstellung der Fried. Krupp A.-G.

Die bereits im Geschäftsjahr 1920/21 weitgehend durchgeführte Umstellung von Fried. Krupp A.-G. hat, wie aus dem neuesten Geschäftsbericht hervorgeht, im Geschäftsjahr 1920/21 abermals wesentliche Fortschritte gemacht und ist nunmehr so gut wie abgeschlossen. An Kriegsgerät wurde, abgesehen von unbedeutenden Instandsetzungsarbeiten, überhaupt nicht mehr gearbeitet. Die von dem interalliierten Überwachungsausschuß angeordnete Zerstörung von Einrichtungen und Maschinen hat dagegen noch immer kein Ende erreicht, obwohl bereits 43 vH aller im November 1918 vorhanden gewesenen Arbeitsmaschinen zerstreut oder zerstört worden sind.

Zur wirtschaftlicheren Gestaltung des im allgemeinen gut beschäftigten Lokomotiv- und Eisenbahnwagenbaues wurden einige weitere Werkstätten hinzugenommen. Ebenso wurden weitere Werkstätten für die Herstellung von Feldbahnmaterial hinzugezogen, so daß sich auch die Leistungsfähigkeit in Schmalspurbahnen, Selbstentladern und in Radsätzen vergrößerte. Der Bau von Trockenbaggern, Dieselmotoren und von Eisenbahnobermaterial ist gut vorangeschritten, die Herstellung von Gittermasten, von Schmalspurlokomotiven mit Antrieb durch Verbrennungsmotoren, von großen Kesselwagen und von Großgüterwagen mit Selbstentladeeinrichtung wurde neu aufgenommen. Die Mengensteigerung gegenüber dem Vorjahr stellte sich u. a. im Kraftwagenbau auf das 4,5fache, bei Faserstoffmaschinen auf das 4fache, bei Erntemaschinen und Milchentrahmern auf das 2,75fache, ohne daß damit die Nachfrage befriedigt oder Gewinne erzielt werden konnten.

Erwähnt sei noch, daß der in der Generalversammlung vom 19. Dezember 1921 gegründete Verein „Treuhand“, der die Verwaltung der den Werkangehörigen zum Bezug angebotenen Aktien übernommen hat, sich trotz eines gewissen Widerstandes in manchen Kreisen der Belegschaft in aufsteigender Entwicklung befindet. Bei Ablauf des Geschäftsjahres am 30. Juni 1922 waren von Werkangehörigen Aktien im Betrag von 31,1 Mill. ℳ, bis zum Abschluß des Geschäftsberichtes, Anfang Dezember 1922, für insgesamt 35 Mill. ℳ gezeichnet; obwohl die Werkangehörigen-Aktionäre an sich nur für ½ Jahr dividendenberechtigt waren, ist ihnen dennoch die volle Jahresdividende gewährt worden. [W 161]

Die Eisen- und Stahlerzeugung im Jahre 1922.

Nach The Iron Trade Review, Cleveland, Ohio, betrug im Jahre 1922 die Welterzeugung an Roheisen 49 790 000 t[2]) gegen 34 700 000 t im Jahre 1921, die Welt-Rohstahlerzeugung einschließlich Stahlguß 61 000 000 t gegen 41 861 000 t im Jahre 1921.

Hiervon entfallen auf Europa 21 605 000 t Roheisen (15 923 000 t 1921) und 25 810 000 t Rohstahl (20 467 000 t). Die Produktionsziffern sind somit die höchsten seit Kriegsende und erreichen 42 vH der Welterzeugung. Sie zeigen, trotz aller Schwierigkeiten, einen beständigen Fortschritt in der wirtschaftlichen Lage. Deutschland steht nach wie vor an zweiter Stelle, ihm folgen England an dritter und Frankreich an vierter Stelle. Der amerikanische Anteil an der Weltproduktion beziffert sich auf 53 vH für Roheisen und 55 vH für Rohstahl. Alle Länder mit Ausnahme von Canada, der Tschechoslovakei, Japan und China konnten ihre Erzeugung steigern.

Im einzelnen geben die folgenden Zusammenstellungen eine Übersicht über die Erzeugungszahlen der einzelnen Länder, wobei bemerkt sei, daß die Zahlen zum Teil geschätzt sind, sich jedoch nur ganz unwesentlich von den endgültigen Zahlen entfernen.

Roheisen

Länder	1913	1921	1922
Vereinigte Staaten	30 600 000 t	16 506 000 t	26 500 000 t
England	10 260 000 „	2 611 000 „	4 865 000 „
Frankreich	5 126 000 „	3 308 000 „	4 900 000 „
Belgien	2 428 000 „	862 000 „	1 560 000 „
Luxemburg	— „	955 000 „	1 625 000 „
Schweden	718 000 „	304 000 „	350 000 „
Deutschland	19 000 000 „	6 096 000 „	6 500 000 „
Österreich	2 343 000 „	222 000 „	305 000 „
Tschechoslovakei	— „	535 000 „	345 000 „
Rußland	4 484 000 „	115 000 „	125 000 „
Japan	— „	654 000 „	310 000 „
China	— „	600 000 „	500 000 „
Welterzeug. einschl. der nicht genannten Länder	76 594 000 t	34 700 000 t	49 790 000 t

Rohstahl und Stahlguß

Länder	1913	1921	1922
Vereinigte Staaten	31 300 000 t	19 744 000 t	33 750 000 t
England	7 664 000 „	3 626 000 „	5 800 000 „
Frankreich	4 614 000 „	3 010 000 „	4 365 000 „
Belgien	2 428 000 „	780 000 „	1 460 000 „
Luxemburg	— „	747 000 „	1 375 000 „
Schweden	582 000 „	203 000 „	300 000 „
Deutschland	18 631 000 „	8 700 000 „	9 000 000 „
Österreich	2 584 000 „	329 000 „	430 000 „
Tschechoslovakei	— „	895 000 „	640 000 „
Rußland	4 760 000 „	161 000 „	215 000 „
Japan	— „	558 000 „	460 000 „
China	— „	150 000 „	120 000 „
Welterzeug. einschl. der nicht genannten Länder	74 629 000 t	41 861 000 t	61 000 000 t

[W 165]

[1]) Z. 1922 S. 357.

[2]) t = 1016 kg.

BÜCHERSCHAU.

(Die Schlüsselzahl, mit der die angegebene Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 600.)

Der Brückenbau. Von Dipl.-Ing. Dr. h. c. Joseph Melan, Hofrat, o. ö. Professor des Brückenbaues. II. Band. Steinerne Brücken und Brücken aus Beton und Eisen. 452 S. mit 358 Abb. im Text. — III. Band, 1. Hälfte. Eiserne Brücken, I. Teil. 456 S. mit 517 Abb. im Text. Zweite, erweiterte Auflage. Leipzig und Wien 1920 und 1921, Franz Deuticke.

Mit dem zweiten Bande seines Werkes „Steinerne Brücken und Brücken aus Beton und Eisen" hat der hervorragende Fachmann sowohl den Studierenden, als auch besonders den in der Praxis stehenden Fachgenossen ein Geschenk gemacht, dessen Bedeutung nicht zu unterschätzen ist. Die Einleitung des zweiten Bandes bildet ein kurzer geschichtlicher Überblick, dem eine eingehende Zusammenstellung von „Hauptabmessungen und Kosten weitgespannter gewölbter Brücken" folgt. Als erstes Kapitel werden „Die Baustoffe der Stein- und Betonbrücken" behandelt, auf deren Wichtigkeit hier besonders hingewiesen sei. Der Abhandlung über „Bausteine und ihre Festigkeitseigenschaften" folgt „Der Eisenbeton und seine Festigkeitseigenschaften", und mit der „Zulässigen Beanspruchung der Steinbauten" schließt dieses wertvolle Kapitel. Den baulichen Einzelheiten und den Regeln der Bauausführung von Brücken der verschiedensten Art und Anordnung sind die folgenden Abschnitte gewidmet. Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit den „Stein- und Eisenbetonbrücken mit platten- und balkenförmigem Tragwerke". Hervorzuheben sind in dem letzten Kapitel „Die gewölbten und bogenförmigen Tragwerke aus Stein- und Eisenbeton", noch die Abhandlungen über Störungen der Stützlinie, über Rissebildungen und Maßregeln zu deren Verhütung bei der Ausführung der Gewölbe. Eine große Anzahl ausgezeichneter, in den Text gedruckter Abbildungen erhöht das Verständnis der einzelnen Abschnitte.

Dem Werke, das besonders dem Praktiker warm empfohlen werden kann, ist die weiteste Verbreitung zu wünschen.

Mit dem dritten Bande, 1. Hälfte, der den Titel „Eiserne Brücken, I. Teil" trägt, hat der Verfasser nicht nur dem Studierenden ein gutes Lehrbuch an die Hand gegeben, sondern auch dem in der Praxis stehenden Ingenieur wegen der vorzüglichen Auswahl der Konstruktionsbeispiele ein gutes Nachschlagewerk zur Verfügung gestellt.

Im ersten Kapitel beschreibt der Verfasser den Baustoff der eisernen Brücken, die Konstruktionselemente und Verbindungsmittel. Die zulässige Beanspruchung des Materials ist im zweiten Kapitel behandelt, das mit dem wichtigen Abschnitt über die Berechnung der auf Druck beanspruchten Glieder mit Sicherheit gegen Knickung schließt. Das dritte Kapitel ist den Nietverbindungen, genieteten Stäben und Blechträgern gewidmet. Das vierte Kapitel beschäftigt sich mit den Fahrbahnkonstruktionen der eisernen Brücken. An Hand zahlreicher Beispiele behandelt der Verfasser die verschiedensten Fahrbahnkonstruktionen für Straßen- und Eisenbahnbrücken. Neben der Berechnung und Konstruktion der Fahrbahndecke und der Fahrbahntafeln ist in diesem Kapitel auch die Entwässerung der Brücken und bei den Eisenbahnbrücken die Schutzvorrichtungen gegen Entgleisen, die Anordnung des Fahrbahngerippes schiefer Brücken und von Brücken in Gleiskrümmungen besprochen. Besonders eingehend behandelt ist hier auch die Frage des zweckmäßigsten Längs- und Querträgeranschlusses mit Rücksicht auf die Formänderungen der Hauptträger usw. Im fünften Kapitel beschäftigt sich der Verfasser mit den Hauptträgern der Balkenbrücken. Nach einem kurzen Überblick über die verschiedenen Tragwerksysteme ist in den einzelnen Abschnitten an Hand zahlreicher Abbildungen die Berechnung und konstruktive Durchbildung der Vollwandträger, Gitter- und Fachwerkträger, Rahmen- oder Vierendeelträger behandelt. Die wichtige Frage der Knotenpunktverbindungen ist in diesem Kapitel besonders eingehend erörtert; ebenso hat hier auch die Berechnung der Nebenspannungen in genieteten Fachwerkträgern Aufnahme gefunden. Mit der Berechnung und Konstruktion der Auflager der Balkenbrücken schließt dieses wichtige Kapitel.

Das Werk ist in klarer Form geschrieben. Geschickt sind die statischen Berechnungen mit der Durchbildung der Konstruktion verbunden. Die zahlreichen Textabbildungen, die wesentlich das Verständnis der einzelnen Kapitel erhöhen, sind in ausgezeichneter Darstellung gegeben. Durch den Verlag ist das Werk vorzüglich ausgestattet. Es ist ihm daher die weiteste Verbreitung zu wünschen.

Berlin-Grunewald. [1435] Br. Schulz.

Unterwasserschalltechnik. Grundlagen, Ziele und Grenzen (Submarine Akustik in Theorie und Praxis). Von Dr. Franz Aigner, Privatdozent für Experimentalphysik an der Technischen Hochschule Wien. 322 S. mit 169 Abb. Berlin 1922, M. Krayn.

Das vorliegende Buch stellt eine Zusammenfassung der im Laufe des letzten Jahrzehnts auf dem Gebiete des Unterwasserschalles erzielten Ergebnisse theoretischer und experimenteller Forschung dar, soweit sie auf seiten der Mittelmächte während des Krieges zur Anwendung gekommen sind. Die neuen ausländischen Arbeiten sind leider nicht benutzt.

Nach einem Rückblick auf die geschichtliche Entwicklung wird das Schallfeld eingehend behandelt. Besonders hervorzuheben sind die Untersuchungen über die Ursachen der Reichweitenschwankungen, die von der Versuchsabteilung der deutschen Marine ausgeführt wurden. Infolge der Temperaturschichtung im Wasser ist die Reichweite im Sommer im allgemeinen geringer als im Winter. Im dritten Kapitel wird die Theorie der Schallantennen gegeben, wie in Analogie zu den Antennen der Radiotelegraphie die Gebilde genannt werden, welche die Schallenergie an das Wasser abgeben oder aus ihm aufnehmen. Zu den im vierten Kapitel behandelten Sendeantennen gehören die Unterwasser-Glocken und -Sirenen sowie die modernen elektrodynamischen Membransender der Atlas-Werke A.-G., Bremen, nach dem Prinzip des Fessenden-Oszillators und die elektromagnetischen Membransender der Signal-G. m. b. H., Kiel. Diese Membransender waren z. B. für die getaucht fahrenden U-Boote das einzige Signalmittel. Der Abschnitt über Empfangsantennen bringt die Mittel zur Umwandlung der eingestrahlten akustischen Energie in elektrische Energie. Auf die wichtigsten Empfängerausführungen zur Aufnahme von Signaltönen und Geräuschen wird hingewiesen. Beim U-Bootkrieg waren besondere Konstruktionen zum Schutz dieser hochempfindlichen Apparate gegen Unterwasserexplosionen erforderlich. Die ohne Energieumformung, rein akustisch arbeitenden Empfänger werden nur kurz gestreift. Die Benutzung der Empfänger zur Richtungsbestimmung bildet den Inhalt des sechsten Kapitels. Der Methode des Schallschattens überlegen ist die des beidohrigen Hörens, die eine Peilung bis auf wenige Grade genau liefert. Die Strahler erster Ordnung dienen auch als gerichtete Empfänger. Im Abschnitt 7 werden die zu einer modernen Membran-Senderstation gehörigen Teile und ihr Einbau behandelt. Weiter enthält das Kapitel noch moderne Empfangsapparate, deren Einbau nur kurz gestreift wird. Zum Schluß werden einige praktische Anwendungen der Unterwasserschalltelegraphie zum Loten, zur Verhütung von Zusammenstößen usw. gegeben.

Ausführliche Literaturverzeichnisse nebst Ergänzungen, Sach- und Namenverzeichnisse machen das Buch für den auf diesem Gebiete arbeitenden Ingenieur zum Handgebrauch geeignet. Dem Fernerstehenden ermöglichen sie, sich leicht über Einzelfragen auf diesem physikalisch wie technisch gleich interessanten Gebiet zu unterrichten.

Wenn auch manches inzwischen durch die Entwicklung überholt ist — das Buch ist im August 1920 abgeschlossen —, so bleibt es trotzdem ein erfreuliches Werk, zu dem man gern greift. [1302] E. Lübcke.

Rheinische Glashütten-Aktiengesellschaft Köln-Ehrenfeld. 1872—1922. Gedenkblätter zum fünfzigjährigen Jubiläum der Aktiengesellschaft. Von Prof. Dr. C. Eckert. Köln 1922, Kölner Verlagsanstalt und Druckerei A.-G.

Zur Bestimmung strömender Flüssigkeitsmengen im offenen Gerinne. Von Dipl.-Ing. O. Poebing. Berlin 1922, Julius Springer. 56 S. mit 23 Abb. und 1 Tafel. Preis Gz. 17.

Die technische Mechanik des Maschineningenieurs mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungen. Von Dipl.-Ing. P. Stephan. 4. Band. **Die Elastizität gerader Stäbe.** Berlin 1922, Julius Springer. 249 S. mit 255 Abb. Preis geb. Gz. 7.

Starkstromtechnik. Taschenbuch für Elektrotechniker. Von E. v. Rziha und J. Seidener. 6. Aufl. Berlin 1922, Wilhelm Ernst & Sohn. 2 Bände mit 964 und 915 S. und zusammen 1794 Abb. Preis Gz. 18.

Nachdem die fünfte Auflage, die in vielen Kapiteln eingehend und neu bearbeitet war, schon mehrere Monate nach dem Erscheinen vergriffen war, brauchte die vorliegende sechste vielfach nur durchgesehen und ergänzt zu werden. Eine Anzahl neuer Abschnitte zeugt von dem regen Eifer der Mitarbeiter und bestätigt die Wertschätzung, deren sich das Werk in Fachkreisen erfreut.

Automobiltechnische Bibliothek Bd. III. **Vergaser.** Von Dipl.-Ing. H. Dechamps. 2. Aufl., bearbeitet von K. R. H. Praetorius. Berlin 1922, M. Krayn. 231 S. mit 189 Abb.

Die neue Auflage stellt im Hauptteil eine große Zahl neuerer Vergaserbauarten zusammen, die nach ihrer Arbeitsweise und den Mitteln zu ihrer Regelung unterschieden werden. Die Zeichnungen stammen vorwiegend aus anderen Veröffentlichungen der Zeitschrift „Der Motorwagen“. Namentlich ist das auch bei dem Abschnitt der Fall, der den Vergasern für Flugmotoren gewidmet und von Dechamps bearbeitet ist.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Schüttelschwingungen an Schiffen und elektrischen Lokomotiven.

Zum oben genannten Aufsatz auf S. 971, Jhrg. 1921 dieser Zeitschrift, habe ich zu bemerken:

1. Der plötzliche Abfall der Schwingungen, aus dem Wichert auf Schüttelschwingungen schließen zu können glaubt, ist nur scheinbar. In Wirklichkeit trifft nämlich die stillschweigend von Wichert gemachte Voraussetzung gleichmäßiger Zunahme der Drehzahl nicht zu. Die Maschine wurde vielmehr absichtlich durch Zufuhr großer Brennstoffmengen sehr schnell aus dem Bereich der kritischen Geschwindigkeit heraus beschleunigt. Auf gleichmäßige Geschwindigkeitszunahme umgewertet, ändert sich das Amplitudendiagramm nach Abb. 1 in dasjenige nach Abb. 2, das im Abstieg nicht steiler als im Anstieg verläuft und auch fast ganz mit einem rechnerisch für den jeweils stationären Zustand ermittelten Amplitudendiagramm für harmonische Schwingungen übereinstimmt.

2. Die Ursachen für die festgestellten Schwingungen 6. Ordnung in Abb. 8, Z 1921, S. 461, 3. Ordnung in Abb. 9 und 2. Ordnung in Abb. 12 sind im Drehkraftdiagramm der Antriebmaschine nachweisbar. Vergl. u. a. Frahm, Z. 1902 S. 797 ff.

3. Die gemessene Frequenz der Schwingungen ist nicht geringer als die rechnerisch ermittelte für harmonische Schwingungen.

4. Die Annahme, es müsse zweifellos toter Gang im System vorhanden gewesen sein, trifft nicht zu. Das normale Lagerspiel der Maschine als toten Gang im Sinn der Vorbedingung für Schüttelschwingungen ansehen zu wollen, scheint zwecklos, da die Ausschläge am Kurbelarm $\pm$ 3,7 mm betragen, wogegen das Spiel verschwindet.

Auf Grund genauer Kenntnis der Verhältnisse gelange ich zu dem Urteil, daß in dem vorliegenden Falle nur harmonische Schwingungen auftreten können, weil für Schüttelschwingungen die Vorbedingung des Spiels im System fehlt. Tatsächlich enthalten auch die Torsiogramme, einschließlich der nicht veröffentlichten, keine von harmonischen Schwingungen abweichende Erscheinungen, insbesondere fehlt das Merkmal für Schüttelschwingungen: der plötzliche Abfall der Ausschläge. Gestützt wird dieses Urteil u. a. durch die grundlegenden Untersuchungen von Frahm an Anlagen, die — im Gegensatz zu Lokomotiven — mit der vorliegenden dem Wesen nach übereinstimmen, besonders auch in bezug auf das Lagerspiel.

Der Vollständigkeit halber sei bemerkt, daß Schüttelschwingungen auch bei Ölmaschinen beobachtet worden sind, und zwar in den durch Zahnräder — mit Spiel — angetriebenen Steuerwellen.

Hamburg, August 1922. R. Dreves.

* * *

Zu 1. Es ist richtig, daß sich das Bild erheblich ändert, wenn man die Veränderlichkeit der Geschwindigkeitszunahme, die aus der Veröffentlichung nicht zu erkennen war, berücksichtigt, und daß der plötzliche Abfall der Schwingungen, ein wichtiges Merkmal für Schüttelschwingungen, die bei den Lokomotiven beobachtet wurden, nicht eindeutig zu erkennen ist. Andrerseits geht aber aus Abb. 2 auch hervor, daß sich der gemessene Abstieg überhaupt nur auf wenige Sekunden erstreckt. Das für stationären Zustand (ganz langsame Geschwindigkeitsänderung) durch plötzlichen Abfall nach Überschreitung einer gewissen Geschwindigkeitsgrenze gekennzeichnete Amplitudendiagramm der Schüttelschwingungen kann so in der kurzen Zeit nicht annähernd zum Ausdruck kommen.

Zu 2. Bezüglich der erregenden Ursachen habe ich mich in meinem Aufsatz eines Urteils enthalten, da mir die Versuchsbedingungen nicht genügend bekannt waren. Aus den unmittelbaren Mitteilungen des Herrn Dreves habe ich indessen entnommen, daß erregende Kräfte mit den gleichen Frequenzen wie die aufgetretenen Schwingungen, nämlich solche sechster und dritter Ordnung, wie auch zweiter Ordnung, aus den Verhältnissen der Maschine ohne weiteres abzuleiten sind, allerdings nur bei ungleichen Leistungen der einzelnen Zylinder und der Zylinderseiten.

Abb. 1 und 2.

Zu 3. Bei der gemessenen Formänderung von $\pm$ 3,7 mm, die im Verhältnis zum Lagerspiel groß ist, wird der Unterschied in den Frequenzen der Schüttelschwingung und der harmonischen Schwingung verhältnismäßig klein, so daß es mir fraglich scheint, ob er sich noch durch Vergleich von Messung und Rechnung nachweisen läßt, besonders wenn man die Unsicherheit der Rechnung in Betracht zieht. (Über die Schüttelschwingungen, die nicht durch Ungleichförmigkeit der Übertragung, sondern durch Ungleichförmigkeit, z. B. des Tangentialdruckdiagrammes, bewirkt werden, siehe unten.)

Zu 4. Elastische Formänderungen von dieser Größenordnung hat man übrigens auch an elektrischen Lokomotiven beobachtet, wo trotzdem — allerdings in einer Reihe zusammenwirkender Getriebeteile und Lagerstellen — Schüttelschwingungen mit Erregung durch ungleichförmige Übertragung erzeugt wurden.

Wenn man auch unter den vorgelegenen Verhältnissen aus den Torsiogrammen nicht einwandfrei auf Schüttelschwingungen schließen kann, so halte ich es auf Grund meiner Erfahrungen an elektrischen Lokomotiven doch für möglich, daß unter veränderten Umständen — kleineres Verhältnis der elastischen Formänderung zum Lagerspiel — auch beim Ölmotoren-Schiffsantrieb Schüttelschwingungen von praktischer Bedeutung auftreten können. Es wäre sehr erwünscht, wenn dem bei künftigen Messungen Beachtung geschenkt würde, damit an der Hand von Versuchswerten die Möglichkeit von Schüttelschwingungen geklärt wird.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, weise ich noch besonders darauf hin, daß in meinem Aufsatz lediglich über Beobachtungen an elektrischen Lokomotiven berichtet ist, bei denen die Schüttelschwingungen durch Ungleichförmigkeit der Übertragung erregt werden. Damit soll keineswegs gesagt sein, daß nicht auch Schwankungen des Antrieb- oder Widerstandmomentes erregende Ursache sein können. Solche kommen ebenso häufig vor. Ihre Frequenzen werden dann, wie diejenigen erzwungener harmonischer Schwingungen, durch die wiederkehrenden Schwankungen des Tangentialdruckes bestimmt; ihre Amplituden weichen allerdings davon ab, um so mehr, je größer das Verhältnis Spiel zu elastischer Deformation ist.

Mannheim, August 1922. [Z 938] A. Wichert.

Schluß des Textteiles

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 4 SONNABEND, 27. JANUAR 1923 BD. 67

INHALT:

Westfalens Ingenieure!

In die Hochburg deutscher Ingenieurkunst sind die Heere Frankreichs und Belgiens eingebrochen. Das wehrlose Land friedlicher, industrieller Arbeit durchziehen Tanks, Kanonen und Maschinengewehre, Infanterie und Kavallerie-Brigaden „zum Schutz französischer Ingenieure“.

Die Gewalt greift roh in Eure Arbeit und bedroht die Grundlage Eures Schaffens. Ihr aber, Ihr Männer der Roten Erde, tut aufrecht Eure deutsche Pflicht. Wir wissen uns eins mit Euch. Mit der unerschütterlichen Sachlichkeit unseres Berufes werdet Ihr mit dem geistigen Rüstzeug, das kein Feind gegen Euren Willen in seinen Dienst zwingen kann, für unser Recht: deutsch zu sein und zu bleiben immerdar, eintreten. „Noch ist die Freiheit nicht verloren, solang ein Herz sie heiß begehrt!“ Glück auf!

DER VORSTAND
DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

G. Klingenberg, Vorsitzender. G. ter Meer, Vorsitzender-Stellvertreter. G. Lippart, Kurator.

R. Bosch. E. Goos. G. Hammer. E. Heidebroek. O. Klein. M. Kuhlemann. X. Mayer.

R. Werner. Die Direktoren: C. Matschoß, D. Meyer, W. Hellmich.

Berlin, den 18. Januar 1923.

Neuzeitliche Prüfmaschinen und Prüfeinrichtungen.

Von F. Mohr, Mannheim.

Prüfmaschinen und Prüfeinrichtungen der Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff. Verwendung der Laufgewichtwage. Neuerungen an Meßdosen. Ketten- und Ankerprüfmaschinen. Versuchsgeschwindigkeiten. Nachprüfung der Lastanzeige. Kraftprüfer Bauart Haberer. Prüfdrehbank mit Meßschlitten für Werkzeugstähle. Versuchsbohrtisch. Pendelschlagwerke. Dauerschlagwerk für Biege- und Zugproben. Neuere Kugeldruckpressen, Federprüfmaschinen, Verdrehungsmaschinen, Betonprüfmaschinen. Neuere Abnutzungsprüfmaschine zur Ermittlung der Verschleißfestigkeit. Biegemaschinen.

Im Jahre 1909 sind an dieser Stelle übersichtliche Mitteilungen über den Bau und die Konstruktionseinzelheiten von Prüfmaschinen veröffentlicht worden[1]), die in Ergänzung der Lehrbücher einen Anhalt geben sollten über die in der breiten Praxis vorhandenen Bedürfnisse an Maschinen und Einrichtungen auf dem Gebiete des Prüfungswesens, vorzugsweise der infolge der industriellen Entwicklung des Deutschen Reiches in den Vordergrund tretenden Metallprüfung.

Die hohen Anforderungen, die während des Krieges an alle Rohstoffe und Fertigerzeugnisse für Heereszwecke gestellt werden mußten, haben dem praktischen Materialprüfungswesen einen starken Antrieb gegeben, der auch nach Beendigung des Krieges noch seine nachhaltige Wirkung ausübt und den inländischen Herstellern von Prüfmaschinen die Aufgabe stellt, ihre technischen Erzeugnisse der hohen Stufe deutscher Wissenschaft auf diesem Gebiet fortschreitend anzupassen. Es ist daher wohl angebracht und für weitere Kreise von Wert, über neuzeitliche Prüfmaschinen und Prüfeinrichtungen zu berichten, was im Nachfolgenden in zwangloser Reihenfolge geschehen soll. Dabei werden die obengenannten sowie spätere Veröffentlichungen aus dem gleichen Fachgebiet als bekannt vorausgesetzt.

Zerreißmaschinen.

Die Zerreißmaschinen stehender Bauart sind zweifellos am weitesten verbreitet. Soweit große Zugkräfte in Frage kommen, werden in Deutschland hauptsächlich Maschinen mit Hebelwage und Meßdose gebaut. Martens hat in seiner Abhandlung in Z. 1914 S. 201 u. f. die Hebelwage in der Prüfmaschine nicht als die vollkommenste Lösung der Aufgabe, große Kräfte zu messen, bezeichnet. Es ist nicht zu leugnen, daß die selbsttätige Kraftanzeige bei Prüfmaschinen für viele Fälle große Vorzüge hat; Martens hat für diese Zwecke die bekannte Meßdose entwickelt. Zieht man aber aus der Statistik der Erzeugung von Zerreißmaschinen im Deutschen Reiche rein zahlenmäßig einen Vergleich, so zeigt sich, daß die Hebelwage (in Sonderheit die Laufgewichtwage) bei Zerreißmaschinen doch alle anderen Kraftanzeigevorrichtungen in den Hintergrund drängt.

Die Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff, die seit ungefähr 45 Jahren Prüfmaschinen baut, hat in diesem Zeitraum 1085 Materialprüfmaschinen mit Hebelwagen, darunter 840 Zerreißmaschinen für größere Zugkräfte gebaut; ihnen gegenüber stehen 225 Maschinen mit Kraftmessung durch Meßdosen, darunter 125 Zerreißmaschinen. Damit ist praktisch der Beweis geliefert, daß trotz der Vorzüge selbsttätiger Kraftanzeige das schlichte Gerät der Wage bei seiner leicht faßlichen und übersichtlichen Bauart auch für Festigkeitsmaschinen seine Beliebtheit behauptet, und daß die etwaigen Nachteile gegenüber der selbsttätigen Anzeige in sehr vielen Fällen als das kleinere Übel empfunden werden.

Daß die Bauart von Zerreißmaschinen mit Wage mit der Zeit mancherlei Wandlungen durchgemacht hat, zeigt die Nebeneinanderstellung der Abbildungen 1 und 2, von denen Abb. 1 eine Dreisäulenmaschine mit Wage nach Art der Dezimalwage, gebaut im Jahre 1879, Abb. 2 eine neuzeitliche Zweisäulen-Zerreißmaschine mit Laufgewichtwage darstellt.

Auf zwei Umstände möge hier hingewiesen werden, bei denen die Leistungsfähigkeit der Laufgewichtwage öfters unterschätzt wird. In den Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem 1921 Heft 2 erwähnt Rudeloff in seiner Abhandlung „Ein Bruchstück aus dem Materialprüfungswesen für den Kesselbau“, daß sich die Zerreißlast, also diejenige Last, bei welcher der Bruch eintritt, nur an Maschinen mit selbsttätiger Kraftanzeige durch Manometer oder Pendelwage feststellen läßt. Durch Versuch ist indessen leicht nachzuweisen, daß das Laufgewicht bei nur einiger Aufmerksamkeit bezüglich der Erhaltung des Gleichgewichtzustandes während des Versuches dem Abfallen der Kraft nach Überschreitung der Bruchlast mit vollkommener Genauigkeit folgt und daher auch im Augenblick des Bruches die Zerreißlast sicher anzeigt.

Abb. 1 u. 2. Alte und neue Zerreißmaschine.

Das in derselben Abhandlung als Merkmal für Bestimmung der Streckgrenze bezeichnete „Abfallen der Wage“, das Rudeloff mit Bezug auf die Pendelwage näher erläutert, ist, wenn auch vielleicht nicht so sinnfällig wie bei dieser, doch mit genügender Genauigkeit mittels der Laufgewichtwage gleichfalls festzustellen. Während man das Laufgewicht bis zur Erreichung der Streckgrenze S, Abb. 3, in flottem Zeitmaß fortbewegen muß, um den Gleichgewichtzustand zu erhalten, tritt bei Erreichung der Streckgrenze infolge des Absinkens des Laufgewichtbalkens ein deutlich bemerkbarer Stillstand der Bewegung des Gewichtes ein, wenn der Verlauf der Schaulinie a entspricht, oder das Laufgewicht muß zur Erhaltung des Gleichgewichtzustandes vorübergehend rückwärts gedreht werden, wenn die Last nach der Schaulinie b abfällt, was häufig der Fall ist. Die Bestimmung des Eintritts der Streckgrenze wird hierbei noch erleichtert, wenn man gleichzeitig den Schaubildzeichner mitlaufen läßt.

Meßdosen.

Auch die Meßdose hat mit der Zeit Formen angenommen, die gleichzeitig die Forderungen einfachster Bauart, zuverlässiger Arbeitsweise und vorteilhafter Eingliederung in die Prüfmaschine erfüllen. Die in Z. 1909 S. 1445 dargestellte Differential-Meßdose von Mohr & Federhaff ist bei stehenden Maschinen der Ausführung nach Abb. 4 gewichen. Die zweite Gummimembran und die Führungsbleche sind fortgefallen. Der Meßdosenkolben a und der Spannkopf b sind durch den Königsbolzen c verbunden; dieser läuft in zwei Kugelführungen d, die im oberen und unteren Deckel

[1]) Neuere Festigkeitsmaschinen der Mannheimer Maschinenfabrik Mohr & Federhaff. Von Georg Wazau; Z. 1909 S. 1443 u. f.

des Meßdosen-Querhauptes eingebaut sind. Der Hub des Kolbens ist einerseits durch den Bund *e* am Kolben, anderseits durch den einstellbaren Pufferring *f* an der Aufhängung des oberen Spannkopfes begrenzt. Der Pufferring fängt beim Bruch der Probe den Rückstoß gegen das Querhaupt auf. Die Stellung des Kolbens wird durch den Kolbenzeiger *r* an einer Einteilung vorn am Meßdosengehäuse vergrößert kenntlich gemacht. Die nach unten gerichtete Zugkraft der Maschine greift zentrisch unterhalb des Meßdosenkolbens an, wodurch eine äußere Umführung des Meßdosengehäuses durch Zugstangengehänge vermieden wird. Die Maschine erhält auf diese Weise eine geschlossene und ruhige Form, Abb. 5, deren ästhetischer Wert bei Maschinen aller Art niemals unterschätzt werden sollte.

Abb. 3. Schaubild zur Erläuterung des Abfallens der Wage.

Abb. 4. Meßdose für stehende Zerreißmaschinen.

Abb. 5. Zerreißmaschine mit Meßdose und Schnellspannköpfen.

Daß die Meßdose, deren Wartung allerdings etwas mehr Sachkenntnis und Vertiefung in ihre Eigenart erfordert als die Hebelwage, im Laufe der Zeit einen nicht geringen Anhängerkreis gefunden hat, zeigen die oben genannten Ziffern. Bei der Prüfung von bestimmten Stoffen leistet die selbsttätige Anzeige durch die Meßdose besonders wertvolle Dienste. Dies gilt z. B. für spröde Versuchskörper wie Porzellan und sonstige keramische Stoffe. Bei ihrer geringen Dehnungsfähigkeit wächst die Last beim Zugversuch verhältnismäßig rasch an, so daß es bei Verwendung einer Laufgewichtwage schwer fällt, mit der Verschiebung des Laufgewichts schnell genug zu folgen. Dagegen ermöglicht die Beobachtung des Druckmessers bei der selbsttätigen Lastanzeige, die Versuchsgeschwindigkeit jederzeit den Erfordernissen entsprechend zu regeln. Es ist dabei vorteilhaft, zur Krafterzeugung Preßflüssigkeit zu verwenden, deren Feinsteuerung der den Versuch Ausführende gleichzeitig mit der Beobachtung des Druckmessers bedient[1]).

Auch für liegende Maschinen und bestimmte Prüfzwecke beginnt die Meßdose sich einzuführen. Abb. 6 zeigt die äußere Formgebung einer solchen Maschine, Abb. 7 die Meßdosenausführung dazu. Die wagerechte Anordnung der Meßdose erfordert die Aufnahme des Kolbengewichtes durch Kugellager *a*. Der Rückstoß beim Bruch wird wieder durch einen Pufferring *b* aufgenommen. Der Kolbenweg ist durch den Bund *c* in der einen, durch den Ring *b* in der andern Richtung begrenzt.

Die Druckmesser der Meßdosenmaschinen werden so gebaut, daß der Nullstellung ihres Zeigers eine bestimmte Vorspannung entspricht[2]). Während bei stehenden Meßdosenmaschinen die Vorspannung teilweise durch das Eigengewicht der Spannvorrichtungen gegeben ist, muß sie bei liegenden Maschinen eigens durch eine Quecksilbersäule hervorgebracht werden, deren Höhe je nach der Größe der Maschine und der Wahl der Druckmesser zu bestimmen ist und bei mittleren Maschinen etwa 300 bis 500 mm beträgt. Sie soll jedenfalls nicht höher als notwendig gewählt werden, da sie für den Meßbereich der Maschine an der untern Grenze natürlich verloren geht.

Hier sei beiläufig eingeschaltet, daß die Spannköpfe der Maschine nach Abb. 5 mit einer Schnellspannvorrichtung versehen sind, die auf einem gleichmäßigen Lüften und Schließen der in Führungen gleitenden Spannkeile beruht. Sie ist dann vorteilhaft anzuwenden, wenn eine große

[1]) Hierbei sei auf die Veröffentlichung des von Mohr & Federhaff ausgestatteten Prüflaboratoriums einer neuzeitlichen Porzellanfabrik von Oberingenieur Demuth verwiesen; s. ETZ 4. Mai 22 S. 605.

[2]) Näheres über die Vorspannung und Vorspannungsregelung vergl. Z. 1909 S. 1447.

Abb. 6. Liegende Zerreißmaschine mit Meßdose.

Abb. 7. Meßdose für liegende Prüfmaschinen.

Abb. 8. Teilmaschine zum Anreißen von Rundstäben

Abb. 10. Ketten- und Ankerprüfmaschine von 300 t Zugkraft.

Zahl von Proben gleicher Abmessungen hintereinander vorgenommen wird, also eine Auswechselung der Keile nicht erforderlich ist; für kleine Maschinen, z. B. zur Prüfung von Drähten, genügt es, die Spannkeile mit kleinen Federn in den Spannköpfen unter Druck zu halten. Diese einfache und praktische Vorrichtung wird bei Maschinen von 1,5 t abwärts stets angebracht.

Im Zusammenhang mit der Prüfung auf Zerreißfestigkeit wird hier noch auf eine Teilmaschine, Abb. 8, zum Anreißen von Rundstäben hingewiesen. Zur Bestimmung der Dehnung nach dem Bruch wird der Probestab vor dem Versuch rasch und einfach in Abschnitte von 10 oder 5 mm eingeteilt, so daß die vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik empfohlene Teilung in 20 Abschnitte an Probestäben von 200 mm wie auch an solchen von 100 mm Meßlänge vorgenommen werden kann.

Abb. 9. Kettenprüfmaschine von 300 t Zugkraft mit Laufgewichtwage.

Ketten- und Ankerprüfmaschinen.

Maschinen zur Prüfung von Ketten und Ankern werden in der Regel liegend ausgeführt. Daß Kettenprüfmaschinen, namentlich solche von kleinerer Zugkraft, bei Raummangel indessen auch gelegentlich in die Höhe gebaut werden, ist weniger bekannt. Der veränderlichen Länge der zu prüfenden Ketten wird hierbei durch Zwischenschaltung von gekuppelten Zugstangen Rechnung getragen. Die Ketten werden mit Bindestricken mehrfach lose am Traggerüst aufgehängt, damit beim Bruch ein zu heftiges Aufschlagen des unteren Kettenteiles vermieden wird.

Bei Kettenprüfmaschinen, die den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften, insbesondere des Lloyd Register of British and Foreign Shipping, zu entsprechen haben, sind die liegende Anordnung und die Kraftmessung durch eine Hebelwage zu wählen. Das Lloyd Register schreibt eine Probenlänge für Reckproben von rd. 27,5 m vor und fordert für die Hebelwage bestimmte Begrenzungen der Schneidenabstände und Schneidenbelastungen. Eine solche Maschine für Ketten- und Ankerprüfung von 300 t Zugkraft ist in Abb. 9 und 10 dargestellt.

[1447] (Fortsetzung folgt.)

Abfallwärme-Verwertung auf Schiffen.

Zur Ausnützung der Abwärme von Schiffsdieselmotoren, die etwa 50 bis 60 vH der insgesamt verbrauchten Brennstoffwärme umfaßt, hat man bei einer Reihe von englischen Tankschiffen folgendes Verfahren angewendet: Die Abgase der beiden vorhandenen Maschinen gelangen zunächst in einen gemeinsamen Auspufftopf. Von diesem führt eine Leitung unmittelbar ins Freie, die andre zu einem der beiden vorhandenen Wasserrohrkessel. Dieser wird mit Öl angeheizt und nach Abstellen der Ölfeuerung mit den Abgasen weiter betrieben. Der zweite Kessel wird mit Öl geheizt. Der Dampf dient zum Antrieb derÖlladepumpen und zum Anwärmen dickflüssiger Öle mit Hilfe einer Heizrohranlage. Die Ersparnis an Brennstoff soll rd. 15 t täglich erreichen. Das Verfahren wird bei den Tankschiffen „Scottish Standard", „Scottish Maiden", „Scottish Minstrel" und „Scottish Musician" angewendet, die bei Vickers gebaut sind. („Schiffbau" 5. Januar 1923.) [M 325] W. S.

Elektromagnetische Kupplungen für Zementmühlen.

Zu dem Rundschaubericht in Z. 1923 S. 25 ist zu bemerken, daß die Grundanordnung der elektromagnetischen Kupplung an sich nicht neu ist. Auch die bei der amerikanischen Konstruktion als Mitnehmerscheibe benutzte stark federnde Platte ist bereits in einem deutschen Patent von O. Kammerer vom Jahre 1901 angewandt worden. Bemerkenswert ist die Verwendung von **S y n c h r o n m o t o r e n** für Zementmühlen und ähnliche Betriebe, die eine derartige oder ähnliche Kupplung zum Anlaufen ohne Last brauchen, anderseits aber zur Verbesserung des Leistungsfaktors ($\cos \varphi$) bei elektrischen Kraftübertragungen erwünscht sind. Übrigens sind bereits vor dem Krieg elektromagnetische Kupplungen in deutschen und ausländischen Eisenhüttenwerken für Motorantriebe bis zu mehreren tausend Pferdestärken in Betrieb gewesen; vergl. Z. 1914 S. 516. [M 330]

Fragekasten.

Feuerverbleiung trichterförmiger Gegenstände. Bei der Feuerverbleiung trichterförmiger Eisenbleche ergeben sich des öfteren Schwierigkeiten; vor allem zeigen sich an der Innenseite der Trichter Stellen, die mangelhaft verbleit sind und infolgedessen bald Rostbildung aufweisen. Es wird deshalb um Auskunft gebeten, ob besondere Verfahren zur Verbleiung derartiger Gegenstände bekannt und in Anwendung sind, oder ob etwa durch besondere Vorbehandlung des Materials eine homogene Verbleiung erzielt werden kann. [M 279]

Das Walchensee- und Bayernwerk.

Von E. Mattern, Potsdam.

(Schluß von Seite 39.)

Wirtschaftliches.

Form der Unternehmung. Wie schon eingangs betont wurde, stand von Anbeginn fest, die Kräfte des Walchensees für staatliche Zwecke nutzbar zu machen. Bereits im Jahre 1910 war ein entsprechender Betrag im bayerischen Haushalt ausgeworfen, und die folgenden Jahre brachten eine wiederholte Umarbeitung der Grundlagen des Planes seitens der Staatsregierung, seit dem Jahre 1915 im Zusammenhang mit der Entwurfbearbeitung des Bayernwerkes. Selbst noch in den ersten Jahren der Bauausführung wurde das Walchenseewerk als rein staatliches Unternehmen geleitet. Dann aber wurde im Januar 1921 für die Weiterführung des Baues und den Betrieb eine Aktiengesellschaft gegründet allerdings unter überwiegender Beteiligung des bayerischen Staates, und die Gesellschaft übernahm die bereits hergestellten und noch herzustellenden Anlagen und alle Rechte[1]). Das Grundkapital beträgt 50 Mill. ℳ. Zur Beschaffung weiterer Mittel gibt die Gesellschaft zugleich mit der Mittleren Isar-A.-G. Obligationen (Schuldverschreibungen mit festen Zinsen zu 4½ vH) aus unter Haftung der Gesellschaften und Bürgschaft des Staates Bayern. Eine Anleihe wurde im Frühjahr 1921 auf den Geldmarkt gebracht.

Über die Verwertung der Wasserkräfte haben, wie oben bemerkt, jahrelange Erörterungen stattgefunden. Die Versorgung des Landes mit elektrischer Kraft und die Elektrisierung der Bahnen kamen in erster Linie in Betracht. Eine neue Wendung brachte der weiter unten besprochene Plan des Bayernwerkes, und der Gedanke kam zum Durchbruch, diese bedeutende Kraft nicht einem Landesteil, sondern dem gesamten rechtsrheinischen Bayern zugute kommen zu lassen. Die vor dem Kriege vorhandenen Bedenken gegen den elektrischen Betrieb auf den Staatseisenbahnen wurden zurückgestellt. Wenn die Betriebserfahrungen auf den elektrischen Bahnstrecken Oberbayerns deren Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Dampfbetrieb früher zwar nicht erwiesen hatten, so bestand bei den hohen Kohlenpreisen nach dem Kriege kein Zweifel mehr, daß der elektrische Betrieb für Südbayern vorteilhafter sei als der Dampfbetrieb. Wegen der großen Speicherfähigkeit, die der Ausgleichraum des Sees bietet, scheint das Walchenseewerk für Eisenbahnbetrieb noch besonders geeignet. Die bautechnischen Anlagen zwischen dem Walchen- und Kochelsee, wie vornehmlich das Kraftwerk selbst, sind deswegen für den doppelten Betrieb für Überlandversorgung und Eisenbahnverkehr eingerichtet, wobei für Spitzenleistung eine Wasserentnahme bis 60 m³/s vorgesehen ist.

Baukosten. Die Baukosten des Walchenseewerkes ohne Waldbahnen waren nach Vorkriegspreisen auf 20 Mill. ℳ veranschlagt. Im Jahre 1919 rechnete man mit einer etwa fünffachen Verteuerung. Nach den Preisen im Frühjahr 1921 wurden die Kosten auf 250 Mill. geschätzt. Danach würde sich die ausgebaute Walchenseeleistung als Höchstleistung für Spitzen (120 000 PS) auf rd. 2100 ℳ/PS, für die mittlere Kraftleistung (30 000 PS) auf 8300 ℳ/PS gestellt haben; darin ist die elektrische Ausrüstung im Maschinenhaus einbegriffen. Die endgültigen Herstellungskosten sind bei der ständig fortschreitenden Geldentwertung nicht zu übersehen.

Die Einträglichkeit. In der oben erwähnten Denkschrift vom Jahre 1915 wurden die jährlichen Betriebskosten des Walchenseewerks zu 1 350 000 ℳ berechnet, wobei eine Benutzungsdauer von 3000 h und eine jährliche Stromlieferung von 120 Mill. kWh angesetzt ist. Die Selbstkosten ergeben sich danach zu 1,1 ₰/kWh[2]) (Goldwert). Hierbei waren 9 vH vom Anlagekapital für Verzinsung, Tilgung, Unterhaltung usw. einschließlich eines Zuschusses von 160 000 ℳ für den Betrieb der Waldbahnen eingesetzt. Es sei bemerkt, daß das Bayernwerk für den Strombezug aus den Wasserkräften nach den Annahmen der v. Millerschen Denkschrift im Winter 1,8 ₰/kWh, im Sommer 1,2 ₰/kWh zahlen sollte. Diese Zahlenwerte haben unter den gegenwärtigen Verhältnissen ihre Bedeutung verloren. Immerhin haben, wie weiter unten betont, spätere Nachrechnungen dargetan, daß sich die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens trotz der erhöhten Ausbaukosten nach dem Krieg im Verhältnis noch günstiger gestaltet hat, weil die Kosten der Kohlen in noch stärkerem Maße gestiegen sind.

[1]) s Z. 1921 S. 708.

[2]) s Technik und Wirtschaft 1916 S. 200.

Die Bauausführung.

In Süddeutschland hat neuerdings eine bedeutende Bautätigkeit eingesetzt. Im allgemeinen werden die Bauten durch Unternehmer ausgeführt. Die großen mit den Ausführungen betrauten Unternehmerfirmen sind mit den neusten Einrichtungen an Baumaschinen und Förderwerken versehen und bringen sie zur Anwendung. Die neusten Bauverfahren werden erprobt. Allgemein ist der elektrische Antrieb der Baumaschinen in Gebrauch, und die Kraft für den Baubetrieb wird vielfach aus den Wasserfällen der Gebirge durch vorübergehende Anlagen gewonnen. Schon während des Krieges war mit den vorbereitenden Arbeiten für den Bau des Walchenseewerks begonnen, und im Jahre 1917 waren Verträge mit Baufirmen abgeschlossen worden, die sie verpflichteten, mit den Bauarbeiten spätestens drei Monate nach Beendigung des Krieges zu beginnen. Die Arbeiten sollten gegen Vergütung der Barauslagen nebst einem Zuschlag für Unkosten und Nutzen unter Festsetzung einer Höchstbausumme ausgeführt werden. Die Umwälzung aller wirtschaftlichen Verhältnisse machte zwar eine Ergänzung der Verträge nötig, immerhin war erreicht, daß bereits Anfang Dezember 1918 die Bauausführung in Angriff genommen werden konnte. Die Unterbringung der Arbeiter und die Beschaffung der Baugeräte und Baustoffe verursachte viele Schwierigkeiten. Arbeitsunlust und Streike waren dem Baufortschritt hinderlich. Trotzdem wuchs die Zahl der Arbeiter von 120 im Januar 1919 bis auf 2000 zur Zeit des höchsten Baubetriebes, etwa 1921. Maschinenbetrieb ist im weitesten Umfang eingerichtet, und die Baumaschinen brauchen an den verschiedenen Baustellen insgesamt etwa 1000 PS, wovon 320 PS das für den Bau eigens eingerichtete Wasserkraftwerk an den Kesselbachfällen durch 100 m Nutzgefälle liefert; die übrigen 680 PS werden durch Lokomobilen erzeugt. Die schwere Zugänglichkeit des auf der Jochwiese dicht am Hange des Kesselberges gelegenen Krafthauses bedingt für die Förderung großer Lasten besondere Maßnahmen. Es kommen Maschinenteile von 75 bis 90 t Gewicht vor, und es ist in Aussicht genommen, diese auf einem zu dem Zweck erbauten Fährschiff vom Anschlußgleis am Bahnhof Kochel über den See nach dem Unterkanal des Krafthauses zu schaffen[3]).

Gegenwärtig sind die Bauausführungen auf der ganzen Linie vom Wehr bei Krünn bis zu den Ausbauarbeiten in der Loisach voll im Gange. Die Wasserfassung in der Isar wird voraussichtlich noch im Jahre 1922 fertiggestellt werden. Der Kesselbergstollen wurde im Frühjahr 1921 durchschlagen, der Stollen durch die Wasserscheide zwischen Wallgau und Sachensee im Oktober 1921. Die Ausmauerung ist in der Herstellung begriffen. In gleichem Maße sind die übrigen Anlagen der Wasserzuleitung der Isar gefördert worden. Die Gründung des Einlaufbauwerks bei Urfeld bot zunächst Schwierigkeiten, weil die geplante offene Bauweise unter starkem Wasserandrang litt. Man legte darum den Ausbruch in den Fels hinein, in das Innere des Berges, stellte darauf das Bauwerk vollständig fertig und brach zum Schluß den Fels gegen den See hin aus. Unter dieser veränderten Bauweise nahmen die Arbeiten guten Fortgang. Der tiefe Eingriff in den hohen Felshang am Wasserschloß, die umfangreichen Felssprengungen hierfür wie für die Einebnung der Rohrbahn, der Aushub der umfangreichen Baugrube für den Kraftausbau und vielerlei Einzelheiten der Baudurchführung eines so bedeutenden Unternehmens bieten außerordentlich viel Lehrreiches und machen die Besichtigung des Baufeldes zu einem erinnerungsreichen Genuß, der noch durch die hervorragende Schönheit der umrahmenden Hochgebirgslandschaft mit ihren herrlichen Fernsichten, den schneebedeckten Bergen und der Idylle des Walchensees unvergleichlich erhöht wird.

Man rechnet damit, daß die Hauptarbeiten bis Ende 1922 durchgeführt sein werden, und im Jahre 1923 erwartet man die Inbetriebnahme des Kraftwerkes.

Das Bayernwerk.

Die Wasserkräfte des Walchenseewerkes werden vornehmlich im „Bayernwerk" verwertet, und es scheint darum angebracht, die Grundzüge dieses bedeutenden Unternehmens

[3]) Bayer. Staatszeitung Nr. 203 vom 8. April und 2. September 1922.

im Zusamenhang mit dem Walchenseewerk kurz zu besprechen.

Vorgeschichte.

Zur geschichtlichen Entwicklung nur wenige Worte! Bayern zeigt, wie fast überall, die typische Entwicklung der neueren Wasserkraftausnußung. Man hat meist mit reinen Wasserkraftbetrieben begonnen. Bald zeigte sich mit wachsendem Bedarf, daß ihre Leistungsschwankungen, das Nachlassen in trockner Zeit, eine Ergänzung notwendig machten. Man schuf das Einzeldampfwerk in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Wasserkraftwerk. Das war die Zeit, in der man noch mißtrauisch und zurückhaltend war gegen die Ausnußung der Wasserkräfte überhaupt, und man weiß, daß dieser Einzelverbundbetrieb mit doppelten Bau- und Betriebskosten deren Entwicklung nicht unwesentlich geschadet hat. Später vereinigte man gruppenweise Wasser- und Wärmekraftwerke, wodurch sich die Einträglichkeit und die gegenseitige Aushilfe durch Ausgleich der Wasservorräte und -kräfte, Ersparnis an Reservemaschinen, Verminderung der Betriebstörungen u. a. schon wesentlich günstiger gestalteten. Schließlich kam der durchbrechende Gedanke der großen Zusammenschlüsse in Überlandzentralen, und in Bayern griff nach dem Vorgang anderer Länder v. Miller solche Pläne großzügig auf und verwirklichte sie tatkräftig in den Isarwerken, Pfalzwerken und in dem jeßt in der Ausführung begriffenen Bayernwerk. Weiteres über die Vorgeschichte und sonstige Angaben s. O. v. Miller: Die Verteilung der elektrischen Energie in Bayern durch das Bayernwerk. Bayer. Staatszeitung und Bayer. Staatsanzeiger vom 17. Juni 1921.

Zweck des Unternehmens.

In seiner Denkschrift vom Jahre 1915 und bei den Verhandlungen in der Sißung der ehemaligen bayerischen Kammer der Abgeordneten vom 21. Juni 1918 (S. 445) hat der geistige Urheber als die Aufgabe des Bayernwerkes bezeichnet: die durch ihre Größe, Speicherfähigkeit, Betriebsicherheit und Billigkeit wertvolle Kraft des Walchensees durch ein Hochspannungsneß über das ganze rechtsrheinische Bayern zu verteilen. Es ist also ein reines Stromverteilungsunternehmen. Wenn somit sein Rückgrat die Walchenseekräfte bilden werden, so sollen darin doch zugleich große Niederdruckwasserkräfte südlich der Donau einen Ausgleich finden mit den Wasserkräften im Norden des Landes im Maingebiet und ferner mit den Dampfkräften besonders der Braunkohlenkraftwerke, wobei die Niederdruckwerke die Grundlage bilden werden, während die Hochdruck- und Dampfanlagen die Spißen des Bedarfs decken sollen. Diese bestehenden und noch auszubauenden Wasserkräfte sollen ihre Überschüsse an das Bayernwerk zur möglichst vollkommenen Ausnußung der Gesamtenergien des Landes abliefern. Es ist ferner geplant, überschüssige Wasserkräfte nach Thüringen und Sachsen abzugeben und von dort zum Ausgleich Strom aus Dampfkräften zu empfangen. Westwärts sollen Württemberg und die Pfalz, Baden und Hessen in Verbindung mit dem Murgkraftwerk und der badischen Überlandversorgung angeschlossen werden.

In den Sommermonaten decken die Elektrizitäts-Wasserkraftwerke im südlichen Bayern nicht nur vollständig ihren eigenen Bedarf, sondern können noch überreiche Kräfte nach dem Norden abgeben, um dort in dem Großkraftwerk Franken, in Unterfranken, Oberfranken, Niederbayern usw. Kohlenersparnis und dadurch eine Verbilligung des Stromes herbeizuführen. Im Winter, zu welcher Zeit im südlichen Bayern die mit Wasserkraft betriebenen Elektrizitätswerke teuere Dampfaushilfe herbeiziehen müßten, soll die speicherfähige Wasserkraft des Walchensees zunächst den südbayerischen Werken aushelfen, so daß diese auch in den Wintermonaten keine oder wenig Dampfreserve mehr erfordern. Anderseits sollen die im Norden des Landes belegenen Kohlenkraftwerke wertvollen Aushilfstrom nach dem Süden schicken, wenn bei Wassermangel oder Eisgang die Wasserkräfte nicht ausreichen. Als Krafterzeuger werden zunächst vornehmlich das Walchenseewerk und die Mittlere Isar eingestellt. Unter den das Bayernwerk zuschußweise aus ihren Überschüssen speisenden Wasserkräften sind zu nennen: die Isarwerke, die Werke der Stadt München, die Amperwerke, die Leißachwerke, die Lechwerke usw., in Zukunft auch die Wasserkräfte der Donau, des Main-

Abb. 28. Führung der 100000 V-Leitungen.

Abb. 29 bis 31. Gittermast.

Abb. 32. Querschnitt 1:400.

Abb. 32 bis 34.
Geplantes Haupttransformatorenwerk in Würzburg.

Abb. 33. Erdgeschoß 1:500.

Abb. 34. I. Stock 1:500.

Donau-Kanals u. a. Diese Werke sollen im übrigen ihre Selbständigkeit behalten. Hochdruck- und Niederdruckwerke, Hochgebirgs-, Mittelgebirgs- sowie Flachlandwasserwirtschaft und Dampfbetrieb werden somit zu gemeinsamer Arbeit vereinigt.

Die vom Bayernwerk abgegebene Jahresarbeit sollte nach den ersten Plänen 270 Mill. kWh betragen, das sind etwa 30 vH des gesamten Verbrauchs im rechtsrheinischen Bayern, wozu das Walchenseewerk etwa 140 bis 160 Mill. kWh liefern wird. Es sei bemerkt, daß sich der Gesamt-Licht- und -Kraftbedarf nach den neusten Schätzungen im rechtsrheinischen Bayern usw., wie er durch die im Bayernwerk zusammengeschlossene Elektrizitätsversorgung zu decken ist, auf 2 Milliarden kWh stellt. Die erforderliche Höchstleistung dürfte rd. 550 000 kW = 825 000 PS betragen. Der Bedarf der Elektrisierung der Bahnen in diesem Gebiet ist zu 1,3 Milliarden kWh im Jahr und zu 450 000 kW = 650 000 PS Höchstleistung berechnet.

Die Stromverteilung.

Die Verteilung der Kräfte soll ein Leitungsnetz von 100 000 V Spannung besorgen, Abb. 28. Die Leitungen führen in einem geschlossenen Ring vom Walchenseewerk bei Kochel über München, Landshut, in dessen Nähe die Kraft der Mittleren Isar aufgenommen wird, durch das fruchtbare Niederbayern über Regensburg und Amberg nach Nürnberg, in die an Erz, Kohle und anderen Bodenschätzen reiche Oberpfalz und von da zurück über Meitingen und München nach Kochel. An diesen Ring schließen sich Ausläufer nach den regen Industriegegenden von Hof, Bamberg und Aschaffenburg an mit einer Abzweigung nach Schweinfurt. Weitere Einzelheiten über Doppel- und Einfachleitungen, Haupttransformatoren, die Großkraftwerke mit Wasserkraft und Dampfkraft sind aus Abb. 28 ersichtlich.

Von den Haupttransformatorenstellen wird der Strom mit Spannungen von 20 000 bis 50 000 V weiter verteilt und in den einzelnen Städten und Gemeinden auf die Gebrauchsspannung von 110 bis 220 V herabgesetzt. Die Fernleitungen bestehen

Abb. 35. Transformator des Haupttransformatorenwerkes in Würzburg

zum größten Teil aus Aluminium- und Stahl-Aluminium-Seilen. Der Querschnitt entspricht Kupferleitungen von 120 und 240 mm² Sie werden getragen von etwa 20 bis 30 m hohen eisernen Gittermasten mit Hänge-Isolatoren, Abb. 29 bis 31. Die Gesamtlänge der Hochspannungsleitung beträgt rd. 1000 km. Das Bayernwerk errichtet nur die Hochspannungsleitungen, die Verteilnetze verbleiben den Städten, Werken und Gemeinden.

Abb. 32 bis 35 stellen eines der geplanten zwölf Haupttransformatorenwerke — die Anlagen von Würzburg — im Grundriß und in einigen Schnitten dar.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Bayernwerkes.

äußert sich nach 2 Richtungen: einmal in der Ersparnis an Kohlen und in der Preisverbilligung, die durch den Zusammenschluß und die bessere Verwertung aller Kraftquellen erzielt wird, sodann in der Hebung der Wohlfahrt und der wirtschaftlichen Kräfte des Landes durch Versorgung der Gewerbe und Industrien und der Bevölkerung mit billigem Kraft- und Lichtstrom. Nach den ersten Aufrechnungen sollte die Betriebskraft in dem Kraftwerk am Kochelsee an das Überlandwerk zu einem mittleren Satze von 1,5 ₰/kWh abgegeben werden. Die Ersparnis beim Zusammenschluß der Werke durch das Bayernwerk gegenüber der Einzelversorgung wurde zu 0,75 ₰/kWh und im ganzen zu 6,74 Mill. ℳ jährlich ermittelt. Weiteres über diese Aufrechnungen s. Technik und Wirtschaft 1916 S. 204 u. 1919 S. 71 und die angegebenen Landtagsverhandlungen.

Die Aufrechnungen des Jahres 1918 wiesen in rein finanzieller Hinsicht nach, daß die Ersparnis an Kohlenkosten größer ist als der Aufwand für Zinsen und Abschreibung der Wasserkräfte und der Leitungen. Wenn diese Preise auch heute nicht mehr gelten können, so zeigte sich bei den späteren infolge der eintretenden Geldentwertung mehrfach wiederholten Rechnungen, ebenso wie beim Walchenseewerk, doch, daß der finanzielle Wert der gemeinsamen Energieverteilung um so größer wurde, je mehr das Geld in seinem Werte zu sinken begann, weil die Verteuerung der Kohlen größer war als die Kostenvermehrung, die an den Bauten und elektrischen Leitungen eintrat.

Neben den Stromkosten werden die Ausgaben des Bayernwerkes überwiegend aus der Verzinsung, Tilgung und Abschreibung des Anlagekapitals bestehen. Man rechnet, daß die Bedienung und Unterhaltung einfach sein wird. Als Ausfälle sind die Energieverluste anzusehen, die bei der Fernleitung entstehen. Diese Ausgaben sollen durch Zuschläge zu dem Preis des bezogenen Stromes gedeckt werden.

Das Recht zur Führung von Starkstromleitungen mit Zubehör über oder unter Staatsgrund und öffentlichen Staats- und Privatgewässern innerhalb des rechtsrheinischen Bayerns ist dem Bayernwerk durch Vertrag mit dem Staate sichergestellt worden.

Wenn somit theoretisch der Nutzen solcher Vereinigungen großen Stiles einwandfrei nachgewiesen ist, so kann man mit aller Berechtigung erwarten, daß sich auch im Betriebe die günstigen wirtschaftlichen Ergebnisse einstellen werden, insbesondere da bei der Planung und Ausführung des elektrischen Leitungsnetzes und der Sicherheitseinrichtungen die Bauleitung in engster Fühlung mit einzelnen hervorragenden Fachleuten und den großen deutschen Elektrizitätsfirmen gearbeitet hat.

Dazu kommt die nationalwirtschaftliche Bedeutung des Unternehmens. Das Werk sollte in gemeinnütziger Weise nach dem Selbstkostengrundsatz arbeiten. In den Landtagsverhandlungen des Jahres 1918 kam einhellig zum Ausdruck, daß seine Aufgabe nicht die sein sollte, Überschüsse zu ergeben, sondern dem Verkehr, dem Handel, Gewerbe und Industrie, Handwerk und Landwirtschaft und dem Lande bis in die letzten Dörfer, Bauerngehöfte und Kleinbetriebe billigen und ausreichenden Kraft- und Lichtstrom zu wirtschaftlicher Förderung zu liefern. Das sind nicht in Zahlen wägbare volks- und staatswirtschaftliche Erfolge. Eine Kraftabgabe unter solch günstigen Bedingungen ist ebenso wie für die Hauptabnehmer auch für die noch wenig entwickelten Gebiete des Landes zur Abgabe an landwirtschaftliche und Kleinabnehmer sichergestellt. Bei den begrenzten Kohlenvorräten Bayerns ist daraus das Beste für die Zukunft zu erhoffen.

Organisation, Kosten und Geldbeschaffung.

Die wirtschaftliche Form der Unternehmung hat für das Bayernwerk ein wechselvolles Spiel erfahren. Das Werk ist ursprünglich als Gesellschaft mit beschränkter Haftung begründet worden. Seinerzeit (1918) wurde dieser Unternehmungsform gegenüber der Aktiengesellschaft deshalb der Vorzug gegeben, weil sie sich besser einem Unternehmen anpasse, das nur wenige Mitglieder und in seinen Einrichtungen manche Eigenheiten habe, die wohl die G. m. b. H., nicht aber die A.-G. gestatte.

Das Stammkapital der Gesellschaft wurde bei der Gründung 1918 auf 10 Mill. ℳ festgesetzt. Daran beteiligte sich der Staat mit 51 vH, also mit 5,1 Mill. ℳ, so daß er die Mehrheit besaß, um den ausschlaggebenden Einfluß in der Leitung des Unternehmens ausüben zu können. Die weiteren Teilhaber waren die beteiligten Kraftwerke, die für den Ausbau liefernden Elektrizitätsfirmen, Städte usw. Weitere Gelder sollten durch verzinsliche Anleihen aufgebracht werden.

Im Jahre 1918 waren die Kosten des Bayernwerks mit einem Zuschlag zu den Friedenspreisen auf 32 Mill. ℳ veranschlagt. Bereits im Jahre 1919 wurden die Baukosten infolge der erhöhten Löhne und verteuerten Rohstoffe auf etwa das Fünffache geschätzt. Der Finanzausschuß des Landtags bewilligte trotzdem die erhöhten Mittel im wesentlichen unter dem Gesichtspunkt der Arbeiterfürsorge und der Beschaffung von Arbeit für Handwerk, Industrie und Gewerbe, wobei betont wurde, daß der Plan nicht nach den Grundsätzen der Einträglichkeit, sondern nach dem Nutzen für die Allgemeinheit zu beurteilen sei. Ferner wurde zu jener Zeit im Verfolg der Sozialisierungsbestrebungen das Bayernwerk als reines Staatsunternehmen geplant.

Die schwierige Geldlage, in die das Reich und die Länder nach dem Kriege durch die Lasten des Versailler Diktats gekommen sind, sowie die daraus sich ergebenden politischen Verhältnisse und der Wunsch nach freierer Unternehmungsform wiesen einen andern Weg. Am 5. April 1921 wurde unter überwiegender Beteiligung des bayerischen Staates die Bayernwerk-Aktiengesellschaft begründet. Das Grundkapital der Gesellschaft beträgt 100 Mill. ℳ, wovon bei der Gründung die Hälfte eingezahlt war.

Die Baukosten des Bayernwerkes wurden zu diesem Zeitpunkt für die Herstellung der etwa 1000 km langen Leitungen, der 100 000-V-Transformatoren- und Schaltanlage des Walchenseewerkes und der 12 Haupttransformatorenwerke auf rd. 450 Mill. ℳ veranschlagt. Im Frühjahr 1921 wurde eine Anleihe von 300 Mill. ℳ ausgegeben, die durch den Besitz der Gesellschaft und durch die Bürgschaft des Staates Bayern sichergestellt ist.

Durch die Begründung der Aktiengesellschaft wurde der Gegenstand des Unternehmens auch auf außerhalb des rechtsrheinischen Bayerns liegende benachbarte Gebiete, außer auf Bezug, Verteilung und Abgabe auch auf die Erzeugung von elektrischem Strom, auf die Beteiligung an verwandten Unternehmungen und den Erwerb und die Verwertung von Rechten auf Elektrizität und Grundstücke erweitert.

Die Bauausführung.

Mit dem Bau der Hochspannungsleitungen wurde im September 1920 begonnen. Von den etwa erforderlichen 5000 eisernen Leitungsmasten waren im Frühjahr 1921 rd. 1000 aufgestellt auf den Strecken zwischen Augsburg und Nürnberg und zwischen Aschaffenburg, Würzburg und Schweinfurt. Andere Strecken waren im Bau. Man rechnet damit, daß das Gesamtnetz nach Fertigstellung des Walchenseewerkes im Herbst 1923 in Betrieb genommen wird, einzelne Strecken schon früher.

Der Betrieb.

des Bayernwerkes soll sich in der Weise gestalten, daß der Strom nur an Großabnehmer, also an Städte wie München, Nürnberg, Augsburg usw., sowie an Überlandwerke geliefert wird. Die Großabnehmer liefern dann den Strom weiter an Industrielle oder sonstige Einzelabnehmer. Für den wasserwirtschaftlichen Betrieb ist dem oben dargelegten Zweck entsprechend in Aussicht genommen, daß das große Speicherbecken des Walchensees den Strom in den Abendstunden liefern wird, während in den Tagesstunden, wenn wenig Elektrizität verbraucht wird, das Wasser im See zurückbehalten wird. In den Frühjahrsmonaten soll das Wasser im See aufgespeichert werden, um den angefüllten See in den Wintermonaten, in denen der meiste Strom gebraucht wird und die Niederdruckkräfte am wenigsten leisten, zur Ergänzung heranzuziehen. In den Sommermonaten, in denen die Niederdruckkräfte heute mehr als die Hälfte ihres Wassers ungenutzt über die Wehre laufen lassen, sollen die Ueberschußkräfte durch das Hochspannungsnetz des Bayernwerkes gemeinsam mit der Walchenseekraft für den Norden des Landes nutzbar gemacht werden. Durch die Einbeziehung der Braunkohlenwerke in das Netz soll der Transport der Kohlenmassen beseitigt und dafür der billigere Transport der Kraft in elektrischen Leitungen nach entfernten Gebieten Bayerns ermöglicht werden. Bei einem derartig gestalteten Vorrat der Energien ist das Walchenseewerk für Spitzenbetrieb hervorragend geeignet, wodurch die Einträglichkeit wesentlich gehoben wird, da man Spitzenbetrieb im allgemeinen um mindestens 50 vH höher als gleichmäßig zu liefernden Strom bewertet. [A 1114]

Beitrag zur Thermodynamik des Trocknens.

Von Dr.-Ing. F. Merkel, Dresden.

Gesetze des Wärmeverbrauchs beim Trocknen. — Abhängigkeit des Wärmeverbrauchs von den Betriebsbedingungen.

Bei der theoretischen Behandlung eines technischen Vorganges ist es stets vorteilhaft, ihn zunächst als „verlustlos" zu betrachten, um die grundlegenden Beziehungen zwischen den Größen zu finden, die seine Wirtschaftlichkeit und seine Eigenschaften im Betrieb bestimmen. Der wirkliche Vorgang wird dann durch Einführung von Wirkungsgraden mit dem verlustlosen in Beziehung gebracht.

Die Trocknung eines feuchten Stoffes bezweckt, seinen Wassergehalt zu vermindern. Das Wasser wird dabei durch Wärmezufuhr in Dampf umgewandelt, welcher von der das Trockengut umspülenden Luft aufgenommen und abgeführt wird. Die Luft muß in solcher Menge und Temperatur nachströmen, daß sie das gesamte aufgetrocknete Wasser in Dampfform enthalten kann.

Die Wirtschaftlichkeit einer Trockenanlage hängt in erster Linie davon ab, wieviel Wärme zum Auftrocknen einer bestimmten Wassermenge verbraucht wird. Der verlustlose Vorgang sei derjenige, bei welchem die gesamte verbrauchte Wärme zum Auftrocknen verwandt wird. Beim ausgeführten Trockner treten noch hinzu: die Wärme zur Erwärmung des Trockengutes und zur Deckung der Strahl- und Leitungsverluste sowie die Energie zur Förderung der Luft (Ventilatorantrieb).

Die Wärme kann man auf zwei Wegen zuführen. Sie kann zunächst dem Trockengut durch unmittelbare Berührung mit den Heizflächen mitgeteilt werden, wobei sich die Luft an dem Trockengut erwärmt. Häufiger wird die Wärme zunächst auf die Luft übertragen, die sie dann zum Teil weitergibt. Man kann hierbei die Wärme der Luft entweder *vor* der Berührung mit dem Trockengut oder *während* des Trocknens zuführen.[1])

Der Verbrauch an spezifischer Wärme für 1 kg aufgetrocknetes Wasser ist von der Art der Wärmezufuhr unabhängig.

Für die Berechnung des Wärmeverbrauchs spielen der Wassergehalt und der Wärmeinhalt von feuchter Luft eine große Rolle. Um sie zu berechnen, kann man bei nicht allzu hohen Drücken mit genügender Genauigkeit voraussetzen, daß für ein Gemisch von Luft und Wasserdampf das Daltonsche Gesetz gilt, und daß der Wärmeinhalt eines Gemisches der Summe der Wärmeinhalte seiner Bestandteile gleich ist, wenn jeder von diesen bei der gleichen Temperatur den ganzen Raum ausfüllen würde. Dann ergeben sich mit den Bezeichnungen

b mm Q.-S. = Gesamtdruck der feuchten Luft
p_L mm Q.-S. = Teildruck der Luft
p_D mm Q.-S. = „ des Wasserdampfes
t °C = Temperatur der feuchten Luft
φ = relative Feuchtigkeit
p_D'' mm Q.-S. = Druck, γ'' kg/m³ = spez. Gewicht, i'' kcal/kg = Wärmeinhalt } von gesättigtem Wasserdampf bei t °C
i kcal/kg = Wärmeinhalt von Wasserdampf bei t° C und p_D mm Q.-S.
w kg/kg = Wassergehalt feuchter Luft, bezogen auf 1 kg Reinluftanteil
w'' kg/kg = dasselbe für $\varphi = 1$
j kcal/kg = Wärmeinhalt feuchter Luft, bezogen auf 1 kg Reinluftanteil
c_{pL} kcal/kg °C = spez. Wärme trockner Luft bei gleichbleibendem Druck

der Wassergehalt

$$w = \frac{(273 + t)\,\varphi\,\gamma''}{0{,}465\,(b - \varphi\,p_D'')},$$

der Wärmeinhalt $\quad j = c_{pL}\,t + w\,i,$

wobei $c_{pL} = 0{,}24$ kcal/kg für 1 °C ist. i wäre für t und p_D zu berechnen. Es genügt stets, i durch i'', das man den Dampftafeln in der „Hütte" entnehmen kann, zu ersetzen. Damit wird $\quad j = 0{,}24\,t + w\,i''$.

[1]) Beispiele für alle Fälle siehe Hausbrand: „Das Trocknen" Z. 1921 S. 863.

Der spezifische Wärmeverbrauch.

Bezeichnungen:

l kg/kg = spezifischer Reinluftbedarf, q kcal/kg = spezifischer Wärmeverbrauch } bezogen auf 1 kg aufgetrocknetes Wasser
t_w °C = Temperatur des aufzutrocknenden Wassers.

Zeiger 0 bezeichnet die Frischluft, Zeiger 2 die Abluft.

Es ist die Wärmemenge zu berechnen, die bei der Frischlufttemperatur t_0 und dem Frischluftwassergehalt w_0 erforderlich ist, um 1 kg Wasser von t_w °C in Dampf von t_2 °C zu verwandeln und gleichzeitig ein Luftgewicht von solcher Größe auf t_2 °C zu erwärmen, daß der Wassergehalt der Abluft nach Aufnahme des verdampften Wassers w_2 kg/kg beträgt.

Der Gesamtdruck des Dampfluftgemisches bleibt für den ganzen Trockenvorgang gleich. Der Wärmeverbrauch hängt vom Druck, vom Zustand der Frischluft und der Abluft und von der Temperatur des aufzutrocknenden Wassers ab. Der spezifische Luftbedarf ergibt sich aus dem Wassergehalt der Frischluft und der Abluft. 1 kg Reinluft hat die Wassermenge $\triangle w = w_2 - w_0$ kg aufgenommen. Also sind zur Aufnahme von 1 kg Wasser erforderlich

$$l = \frac{1}{w_2 - w_0} \text{ kg/kg.}$$

Die Abluft enthält außer dem Wärmeinhalt der Frischluft die gesamte zugeführte Wärme und den Wärmeinhalt des aufgetrockneten Wassers; also für 1 kg Wasser

$$l\,j_2 = l\,j_0 + q + t_w.$$

Daraus der spezifische Wärmeverbrauch:

$$q = \frac{j_2 - j_0}{w_2 - w_0} - t_w \text{ kcal/kg} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

oder

$$q = \frac{i_2\,w_2 - i_0\,w_0 + 0{,}24\,(t_2 - t_0)}{w_2 - w_0} - t_w \text{ kcal/kg} \quad . \quad (1a).$$

Mit Hilfe dieser beiden Gleichungen kann man sofort einige Grenzfälle klären:

1. Der Wassergehalt der Abluft und der Frischluft ist gleich $\quad w_2 = w_0,\; w_2 - w_0 = 0;$
also $\quad l = \infty,\; q = \infty,$
Luftbedarf und Wärmebedarf werden unendlich groß.

2. Der Abluftwassergehalt ist unendlich groß, d. h. den Trockner verläßt reiner Dampf:

$$w_2 = \infty,\; w_2 - w_0 = \infty;$$

also $\quad l = 0,\; q = i_2 - t_w,\; t_2 \geq t_b.$

Der Luftbedarf wird null. Der Teildruck des Dampfes ist der Gesamtdruck. Die Temperatur der Abluft muß also mindestens die zum Gesamtdruck b gehörige Sättigungstemperatur t_b sein. Dem aufzutrocknenden Wasser ist die zur Verdampfung und Überhitzung nötige Wärmemenge zuzuführen.

3. Der spezifische Wärmeverbrauch ist null: $q = 0$. Die zur Verdampfung notwendige Wärmemenge stammt aus dem Wärmeinhalt der Frischluft. Die Ablufttemperatur sinkt unter die Frischlufttemperatur, natürliche Trocknung:

$$q = \frac{j_2 - j_0}{w_2 - w_0} - t_w = 0$$

$$i_2\,w_2 + 0{,}24\,t_2 - (i_0\,w_0 + 0{,}24\,t_0) - t_w\,(w_2 - w_0) = 0$$

$$w_2 = \frac{(i_0 - t_w)\,w_0 - 0{,}24\,(t_2 - t_0)}{i_2 - t_w}.$$

Hieraus kann man w_2 in Abhängigkeit von der Ablufttemperatur t_2 berechnen. In erster Annäherung kann man t_w vernachlässigen. Wird eine bestimmte relative Feuchtigkeit φ_2 der Abluft gefordert, dann muß

$$w_2 = \frac{(273 + t_2)\,\varphi_2\,\gamma_2''}{0{,}465\,(b - \varphi_2\,p_D'')}$$

sein. Die Lösung kann man durch Probieren oder zeichnerisch finden.

4. Die Temperatur der Abluft und der Frischluft ist gleich:

$$t_2 = t_0,\; i_2 = i_0;$$

also

$$q = \frac{i_2\,w_2 - i_0\,w_0 + 0{,}24\,(t_2 - t_0)}{w_2 - w_0} - t_w$$

$$q = i_2 - t_w.$$

Der Wärmeverbrauch ist vom Wassergehalt der Abluft unabhängig

Zeichnerische Darstellung des Wärmeverbrauchs.

Der spezifische Wärmeverbrauch ist nach Gl. (1a) eine Funktion folgender Größen:

Druck b

Temperatur des aufzutrocknenden Wassers t_w

Temperatur } der Frischluft { t_0
Wassergehalt } { w_0

Temperatur } der Abluft { t_2
Wassergehalt } { w_2.

Höhn[1] hat an der Hand eines Diagrammes den Einfluß von Temperatur und relativer Feuchtigkeit der Abluft auf die Wirtschaftlichkeit des Trocknens besprochen. Er trägt das auf 1 kcal Wärmeinhalt der Abluft entfallende Wasser, d. h. den Quotienten w_2/i_2, für verschiedene relative Feuchtigkeiten der Abluft über ihrer Temperatur auf. Die Darstellung läßt erkennen, daß dieser Wert für gleichbleibende relative Feuchtigkeit mit steigender Ablufttemperatur bis etwa 15 ° C rasch abnimmt, also ungünstiger wird, und dann bis zum Erreichen der reinen Verdampfung wieder ansteigt. Das gilt aber nur für die Auftrocknung von Wasser von 0 ° C mit trockner Frischluft von 0 ° C ($w_0 = 0$) und läßt den Einfluß von Druck, Wassertemperatur und Frischluftzustand auf den Wärmeverbrauch nicht erkennen.

Trägt man dagegen den spezifischen Wärmeverbrauch über der Ablufttemperatur auf, so läßt sich ein einfaches Diagramm entwickeln, das den Einfluß aller Veränderlichen klar zeigt. Nimmt die Wassertemperatur t_w zu, so nimmt der spezifische Wärmeverbrauch um ebensoviel ab. Daher wählt man zweckmäßig nicht q, sondern $q + t_w$ als Ordinate. Der Wärmeverbrauch q ist dann von der Geraden $t_w =$ konst. aus zu zählen.

Die aufzuwendende Wärme setzt sich aus dem Wärmeverbrauch für die Verdampfung und der zur Erwärmung der Frischluft nötigen Wärmemenge zusammen.

Wärmeverbrauch für die Verdampfung. Um 1 kg Wasser von t_w ° C in Dampf von t_2 ° C zu verwandeln, muß man die Wärmemenge $i_2 - t_w$ zuführen. Ist die Abluft mit Feuchtigkeit gesättigt, dann ist $i_2 = i_2''$, sonst ist der Teildruck des Dampfes geringer als der zu t_2 gehörige Sättigungsdruck, der Dampfanteil ist überhitzt. Der Wärmeinhalt läßt sich nach Ermittlung des Teildruckes genau berechnen. Ohne wesentlichen Fehler kann man auch hier $i_2 = i_2'' = f(t_2)$ setzen.

Im Diagramm des Wärmeverbrauchs erhält man damit eine ganz schwach gekrümmte Kurve, die sich zwischen 0 und 200 ° C gut durch die Gerade

$$i_2 = 596 + 0{,}44\, t_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

ersetzen läßt. Diese „Verdampfungslinie" ist in Abb. 1 eingetragen. Ablufttemperaturen über 100 ° C kommen beim Trocknen kaum in Betracht; der Fehler, den man begeht, wenn man die Überhitzung vernachlässigt und die gekrümmte Linie durch eine Gerade ersetzt, wird aber erst bei Temperaturen über 150° C größer als 0,3 vH.

Reine Verdampfung ($w_2 = \infty$) ist erst möglich, wenn die Temperatur der Abluft mindestens die zum Druck b gehörige Sättigungstemperatur t_b erreicht. Im Punkt B, Abb. 1, ist für $b = 760$ mm, d. h. $t_b = 100°$, der abziehende reine Dampf trocken gesättigt und der Wärmeverbrauch gleich dem der Verdampfung beim Druck b. Ist die Temperatur der Abluft $t_2 > t_b$, dann verläßt der Dampf den Trockner überhitzt.

Wärmeverbrauch für die Frischluft und ihren Wassergehalt. Beim Auftrocknen von 1 kg Wasser ist die spezifische Luftmenge l kg von t_0 auf t_2 ° C zu erwärmen. Dazu ist erforderlich

$$q_L = l\, c_{pL}\,(t_2 - t_0) = 0{,}24\,\frac{t_2 - t_0}{w_2 - w_0}.$$

Ebenso ist der Wassergehalt der Frischluft $l\ w_0$ von t_0 auf t_2 ° C zu erwärmen. Dieser ist stets sehr klein. Für Luft von 25 ° C beträgt er bei voller Sättigung rd. 0,02 kg/kg. Das ist etwa die obere Grenze für atmosphärische Luft. Daher genügt es, beim Dampfanteil mit einer mittleren spezifischen Wärme, $c_{pL} = 0{,}475$ kcal/kg, zu rechnen. Damit wird die erforderliche Wärmemenge

$$q_D = l\, w_0\, c_{pD}\,(t_2 - t_0) = 0{,}475\, w_0\,\frac{t_2 - t_0}{w_2 - w_0}.$$

[1] Z. 1919 S. 821.

Abb. 1. Diagramm des Wärmeverbrauchs.

Der gesamte Mehrverbrauch an Wärme gegenüber der reinen Verdampfung beträgt also

$$\Delta q = q_L + q_D = \frac{t_2 - t_0}{w_2 - w_0}\,(0{,}24 + 0{,}475\, w_0)\,.$$

Die Größe $0{,}24 + 0{,}475\, w_0 = c_p'$

ist die spezifische Wärme der feuchten Luft, bezogen auf 1 kg Reinluftanteil.

$$\Delta q = \frac{t_2 - t_0}{w_2 - w_0}\, c_p' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Für $w_0 = 0$ wird $c_p' = 0{,}24$

„ $w_0 = 0{,}02$ „ $c_p' = 0{,}25$.

In vielen Fällen rechnet man ausreichend genau mit einem mittleren Wert $c_p' = 0{,}245$.

Linien gleichen Wassergehaltes der Abluft. Mit Gl. 2) und 3) wird der gesamte Wärmeverbrauch beim Auftrocknen von 1 kg Wasser

$$q = i_2 + \Delta q - t_w$$

$$q + t_w = 596 + 0{,}44\, t_2 + \frac{t_2 - t_0}{w_2 - w_0}\, c_p' \text{ kcal/kg} \quad . \quad . \quad (4)$$

Diese Gleichung besagt, daß für einen bestimmten Frischluftzustand die Linien gleichen Wassergehaltes der Abluft im Wärmeverbrauchdiagramm Gerade sind, die alle durch den Punkt $t_2 = t_0$ der Verdampfungslinie gehen. (Punkt A in Abb. 1 für $t_0 = 25$ ° C.)

Nach Gl. (4) beträgt die Neigung dieser Geraden

$$n = 0{,}44 + \frac{c_p'}{w_2 - w_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Die Linien gleichen Wassergehaltes der Abluft sind zugleich Linien gleichen spezifischen Luftbedarfs.

Für $w_2 = w_0$, d. h. $l = \infty$ wird $n = \infty$

Die Linie des Wassergehaltes der Frischluft ist also die Ordinate durch den Punkt A. Sie ist zugleich die Linie des unendlich großen spezifischen Luftbedarfs. Für

$w_2 = \infty$, d. h. $l = 0$ wird $n = 0{,}44$ und $q + t_w = i_2$.

Die Linie unendlich großen Wassergehaltes der Abluft fällt mit der Verdampfungslinie zusammen, diese ist zugleich die Linie des spezifischen Luftbedarfs null.

Die Geraden $w_2 =$ konst. lassen sich leicht auffinden. Zieht man durch den Punkt

$$q + t_w = 596 + \delta q$$

auf der Ordinatenachse (Punkt C in Abb. 1) eine Parallele zur Verdampfungslinie, so gilt nach Gl. 4 für die Schnittpunkte der Geraden $w_2 =$ konst. mit dieser Parallelen:

$$t_2 = t_0 + \delta q\,\frac{w_2 - w_0}{c_p'}.$$

Die Temperatur in den Schnittpunkten nimmt also linear mit dem Wassergehalt der Abluft zu. Für $w_2 = 0$ liegt der Schnittpunkt bei $t = t_0 - \delta q \dfrac{w_0}{c_p'}$, für $w_2 = w_0$ bei t_0. B

ößeren Werten von w_2 rücken die Schnittpunkte weit rechts hinaus, man sucht dann besser die Schnittpunkte auf einer Ordinaten im Abstand $t_2 - t_0$ von A auf. Auf dieser liegt zwischen der Geraden $w_2 =$ konst. und der Verdampfungslinie die Strecke

$$s = \frac{t_2 - t_0}{w_2 - w_0} c_p',$$

die linear von $\frac{1}{w_2 - w_0}$, also vom spezifischen Luftbedarf abhängt.

Die beiden Hilfslinien (Parallele CF und Ordinate EF in Abb. 1) kann man leicht mit einem Maßstab für w_2 versehen. Dann läßt sich jede Gerade w_2 sofort einzeichnen. In Abb. 1 ist der Maßstab für $t_0 = 25°$ C und $w_0 = 0{,}01$ kg/kg gezeichnet. Die spezifische Wärme der Frischluft ist $c_p' = 0{,}245$ kcal/kg. Für die Parallele CF ist δq so groß gewählt, daß eine Zunahme von w_2 um $\delta w_2 = 0{,}01$ kg/kg den Schnittpunkt um $\delta t = 20°$ C verschiebt:

$$\delta q = c_p' \frac{\delta t}{\delta w_2} = 0{,}245 \frac{20}{0{,}01} = 490 \text{ kcal/kg}.$$

Die Gerade $w_2 = 0$ schneidet die Parallele bei

$$t = t_0 - \delta q \frac{w_0}{c_p'} = 25 - 490 \frac{0{,}010}{0{,}245} = 5°\text{C}.$$

Die Ordinate EF ist bei $t_2 = 200°$ C gezogen, also wird

$$s = c_p' \frac{t_2 - t_0}{w_2 - w_0} = 0{,}245 \frac{200 - 25}{w_2 - 0{,}01} = \frac{42{,}9}{w_2 - 0{,}01}.$$

Das Diagramm läßt sich rasch und mühelos auf Millimeterpapier aufzeichnen.

Folgerungen aus dem Diagramm.

Ist das Diagramm für einen bestimmten Frischluftzustand aufgezeichnet, dann ergibt sich für jeden Abluftzustand der spezifische Wärmeverbrauch durch den Schnittpunkt P der Geraden w_2 mit der zugehörigen Ordinate t_2.

Für $t_2 > t_0$ ist Δq positiv, also liegt der Punkt P' in Abb. 1 über der Verdampfungslinie. Auf dieser kann er nur liegen, wenn $t_2 > t_b$ ist, also rechts vom Punkt B. Für $t_2 = t_0$ fällt Punkt P in den Punkt A. Für $t_2 < t_0$ ist Δq negativ, also liegt der Punkt P'' unter der Verdampfungslinie. Ein Teil der zur Verdampfung nötigen Wärme entstammt dem Wärmeinhalt der Frischluft. Im Grenzfall — natürliche Trocknung — wird die gesamte erforderliche Wärme der Frischluft entnommen. Dann liegt der Schnittpunkt P'' auf der Linie t_w.

An der Hand des Diagrammes kann man den Einfluß aller veränderlichen Größen auf den spezifischen Wärmeverbrauch verfolgen.

W a s s e r t e m p e r a t u r. Von der Wassertemperatur hängt nur die Höhenlage der Linie t_w im Diagramm ab. Da das Trockengut im allgemeinen die Temperatur der Umgebung hat, ist der Einfluß der Wassertemperatur auf den Wärmeverbrauch gering.

Abb. 2. Linien gleichen spezifischen Luftbedarfs.

Abb. 3. Linien gleichen Druckes voll gesättigter Abluft.

R e l a t i v e F e u c h t i g k e i t d e r A b l u f t. Nach

$$w_2 = \frac{(273 + t_2)\,\varphi_2\,\gamma_2''}{0{,}465\,(b - \varphi_2\,p_{D_2}'')}$$

nimmt der Wassergehalt bei gleichbleibender Temperatur mit steigender relativer Feuchtigkeit φ_2 zu. Im Wärmeverbrauchdiagramm gehört daher zur gleichen Ordinate t_2 eine flacher verlaufende Linie w_2, der Schnittpunkt der beiden rückt tiefer, der Wärmeverbrauch wird geringer.

In Abb. 2 ist das Diagramm für $b = 760$ mm Q.-S., $t_0 = 20°$ C Temperatur und $w_0 = 0{,}005$ kg/kg Wassergehalt der Frischluft aufgezeichnet. Für eine beliebige Temperatur der Abluft, z. B. $t_2 = 50°$ C, findet man den zu einer bestimmten relativen Feuchtigkeit, z. B. $\varphi_2 = 0{,}5$, gehörigen Punkt P, indem man mit Hilfe der obigen Gleichung den Wassergehalt $w_2 = 0{,}0405$ kg/kg berechnet und unter Benutzung des Maßstabes die Gerade w_2 zieht. Ihr Schnittpunkt mit der Ordinate t_2 ist der gesuchte Punkt P.

Das Diagramm zeigt, daß die Kurven gleicher relativer Feuchtigkeit zwischen t_0 und t_b einen Höchstwert haben, der um so stärker ausgeprägt und um so größer wird, je geringer die relative Feuchtigkeit ist. Die Kurven endigen rechts auf der Verdampfungslinie bei einer Temperatur $t_{2\,v}$, für die $\varphi_2\,p_{D_2}'' = b$ ist. Von da an erfolgt bei höheren Temperaturen reine Verdampfung. Die andre Grenze bildet die natürliche Trocknung, solange $\varphi_2 > \varphi_0$ ist. Je kleiner die relative Feuchtigkeit φ_2 der Abluft wird, desto mehr nähert sich die Ablufttemperatur bei natürlicher Trocknung der Frischlufttemperatur t_0. Wird $\varphi_2 < \varphi_0$, dann ist natürliche Trocknung nicht mehr möglich. Die Trocknung kann dann erst bei einer Ablufttemperatur $t_{2\,\min}$ beginnen, für die bei φ_2 der Wassergehalt w_2 der Abluft und der Wassergehalt w_0 der Frischluft gleich sind, so daß der spezifische Luftbedarf und der Wärmeverbrauch unendlich groß werden, z. B. Kurve $\varphi_2 = 0{,}25$ in Abb. 2.

In Abb. 2 sind einige Linien gleichen spezifischen Luftbedarfs eingetragen. Die Darstellung zeigt, wie wirtschaftlich große relative Feuchtigkeit und hohe Temperatur der Abluft sind.

D r u c k. Aus

$$w_2 = \frac{(273 + t_2)\,\varphi_2\,\gamma_2''}{0{,}465\,(b - \varphi_2\,p_{D''_2})}$$

folgt, daß der Wassergehalt der Abluft bei bestimmter relativer Feuchtigkeit und Temperatur mit steigendem Druck abnimmt. Daher rückt im Wärmeverbrauchdiagramm der Schnittpunkt zwischen der Ordinate t_2 und der zugehörigen Geraden w_2 nach oben, der Wärmeverbrauch nimmt mit dem Druck zu. Der Verdampfungsbeginn (Punkt B) rückt mit steigendem Druck nach rechts.

Abb. 3 läßt die wärmewirtschaftliche Überlegenheit des Trocknens bei Unterdruck erkennen. Um die Übersichtlichkeit zu erhalten, habe ich die Darstellung auf Linien für volle Sättigung der Abluft beschränkt. Mit Abnahme der relativen Sättigung rücken die Kurven nach oben, ohne daß sich ihr allgemeiner Verlauf ändert. Innerhalb der Schwankungen des

Abb. 4. Gleichbleibende Temperatur der Frischluft.

Barometerstandes, die für Trockenanlagen in Betracht kommen, ist der Einfluß des Druckes auf den Wärmeverbrauch ganz gering und häufig ganz zu vernachlässigen.

F r i s c h l u f t t e m p e r a t u r. Nach

$$q + t_w = i_2 + \frac{t_2 - t^0}{w_2 - w_0} c_p' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

nimmt der spezifische Wärmeverbrauch bei gleichbleibendem Zustand der Abluft und Wassergehalt der Frischluft linear mit zunehmender Temperatur der Frischluft ab. Im Wärmeverbrauchdiagramm bleibt bei veränderlichem t_0 die Neigung der Geraden w_2 gleich, aber der Punkt A verändert seine Lage auf der Verdampfungslinie, wobei sich die ganze Geradenschar parallel verschiebt.

In Abb. 4 ist der w_2-Maßstab für $t_0 = 0°$ C eingetragen. Damit läßt sich die Kurve für Frischluft von 0° C und gleichbleibende relative Feuchtigkeit unmittelbar finden. Für andere Temperaturen, $t_0 = 10$, 20, 30°, ergeben sich die Kurven durch Parallelverschiebung der w_2-Geraden. Die Kurven gelten ebenfalls nur für voll gesättigte Abluft.

Der Einfluß der Frischlufttemperatur nimmt hiernach mit steigender Temperatur der Abluft ab und verschwindet beim Eintritt reiner Verdampfung ganz (Punkt B). Das hängt mit dem abnehmenden spezifischen Luftbedarf zusammen, der schließlich bei reiner Verdampfung null wird. Je niedriger die Temperatur der Frischluft ist, desto wichtiger ist es, den Trockner mit der höchsten zulässigen Ablufttemperatur zu betreiben.

Abb. 5. Wärmegehalt der Frischluft.

W a s s e r g e h a l t d e r F r i s c h l u f t. Der Wassergehalt w_0 bedingt die Neigung der Geraden w_2 nach

$$n = 0{,}44 + \frac{c_p'}{w_2 - w_0} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Sie nimmt mit w_0 zu, wodurch der Wärmeverbrauch wächst.

Da die spezifische Wärme

$$c_p' = 0{,}24 + 0{,}475\, w_0$$

linear mit w_0 zunimmt, vergrößert sich der Abstand der Parallelen, Abb. 1, von der Verdampfungslinie. Der Einfluß dieser Verschiebung auf die Neigung der Geraden w_2 ist jedoch sehr gering.

Außerdem rückt aber der Schnittpunkt der Geraden $w_2 = 0$ mit der Parallelen CF bei steigendem Wassergehalt w_0 nach links, so daß die Gerade $w_2 = w_0$ stets senkrecht durch A geht. Hier ändert sich die Neigung durch die Nullpunktverschiebung am meisten, sie nimmt mit steigendem w_2 ab und verschwindet an der Verdampfungslinie, wie auch Gl. (5) lehrt.

Abb. 5 zeigt, daß bei $w_0 = 0{,}015$ kg/kg die Frischluft von 20° C gerade mit Feuchtigkeit gesättigt ist, die Kurve nähert sich daher bei t_0 asymptotisch der Ordinate. Für geringere relative Feuchtigkeit ergeben sich die gleichen Gesetzmäßigkeiten. Die eingezeichneten Linien gleichen Luftbedarfs gelten für $w_0 = 0{,}015$ kg/kg, aber ohne große Abweichung auch für die übrigen Kurven, da sie nur von c_p' abhängen. Je höher die relative Feuchtigkeit der Frischluft ist, desto wichtiger ist es, möglichst hohe Temperaturen der Abluft anzustreben. [1347] (Schluß folgt.)

Neue deutsche Luxuszüge.

Im Sommer hat die Reichseisenbahnverwaltung einen eigenen Luxusverkehr zwischen London und München über Holland eingerichtet, der sogar noch 2 min weniger Fahrzeit hat als der Orient-Expreß zwischen London und München über Paris. Außerdem ist die Fahrt im deutschen Luxuszug wesentlich billiger als im Orient-Expreß. Der Verkehr war zunächst auf einen Tag in der Woche beschränkt, und zwar fuhr der Zug von London Donnerstag abend ab, so daß er Freitag abend in München war; von München fuhr er Dienstag früh ab, um London Mittwoch früh zu erreichen. Der Zug besteht aus zwei Gepäckwagen, einem Speisewagen und drei besonders ausgestatteten Salonwagen. Diese haben Einzelabteile, die an der einen Wand bequeme Polstersitze aufweisen. Aus der mit Mahagoni bekleideten andern Wand kann man mit einfachen Handgriffen einen Teppichstuhl hervorholen und einen Schreibtisch herausklappen, der weiter in einen Waschtisch umgewandelt werden kann. Schließlich kann der Abteil zum Schlafraum umgebaut werden. Vom 2. Dezember 1922 verkehrt wöchentlich dreimal in beiden Richtungen ein Luxuszug Berlin-Hoek van Holland (London). Er führt nur die erste Wagenklasse und ist aus Wagen der Mitropa gebildet. (Verkehrstechnik 29. September 1922, Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 7. Dezember 1922.) [M 252] Sd.

Preisausschreiben für Lautsignale elektrischer Lokomotiven.

Die bisher auf elektrischen Lokomotiven benutzten Druckluftpfeifen haben den Anforderungen nicht genügt, obgleich die verschiedensten Bauarten der Pfeife versucht worden sind. Ihre Hörweite blieb hinter der der Dampfpfeife zurück; insbesondere hat das Geben der Bremssignale für lange Güterzüge nicht befriedigt. Der Mißerfolg liegt neben der abweichenden Klangfarbe hauptsächlich an der unzureichenden Tonstärke.

Im Auftrage des Reichsverkehrsministeriums veranstaltet nun das Eisenbahn-Zentralamt ein Preisausschreiben zur Erlangung einer Vorrichtung zum Geben hörbarer Signale für elektrische Lokomotiven. Außer den beteiligten Beamten der deutschen Reichsbahn und der Lokomotivbauanstalten soll ein größerer Personenkreis für die Sache gewonnen und zur Lösung der vorliegenden Aufgabe angeregt werden. Die näheren Bedingungen für das Preisausschreiben sind im Dezernat 39 des Eisenbahn-Zentralamtes, Berlin SW 11, Hallesches Ufer 35/36, erhältlich. [M. 277]

CHRONIK 1922

(Fortsetzung von Seite 63.)

Eisenbahnwesen.

Wiederaufbau des Verkehrswesens

Das Eisenbahnwesen stand im verflossenen Jahre bei den neutralen und den Feindbundstaaten im Zeichen der Rückkehr zu den Vorkriegszuständen; mit der vollständigen Aufhebung der Zwangswirtschaft und der Rückgabe in die Hand der früheren Betriebführung scheint der normale Stand im allgemeinen wieder erreicht zu sein. In Deutschland wird am Wiederaufbau des Verkehrswesens fleißig gearbeitet. Bedeutendes ist vor allem in der Wiederherstellung der heruntergewirtschafteten Betriebsmittel (Ausbesserung von Wagen und Wiedereinbau von Kupfernen Feuerbüchsen), in der Konstruktion von Großraumgüterwagen und schweren zugkräftigen Lokomotiven, die eine Verstärkung des Oberbaues und der Brücken notwendig machen, außerdem in der Umgestaltung der Werkstätten nach privatwirtschaftlichen Gesichtspunkten erreicht worden[1]).

Arbeitsfreude und Verantwortungsgefühl haben zugenommen und im Anschluß hieran die Pünktlichkeit, Sicherheit und Beschleunigung der Züge. Während die Personentarife hinter den zur Erreichung dieser Ziele entstandenen Selbstkosten erheblich zurückgeblieben sind, hat die Erhöhung der Gütertarife ungefähr mit der zunehmenden Geldentwertung Schritt gehalten.

Staats- oder Privatbetrieb

Heftig entbrannte der Kampf um die Frage: „Staats- oder Privatbetrieb?" Er ist noch nicht entschieden. In der sachlichen Klärung der Streitfrage ist man kaum weiter gekommen trotz der langen Verhandlungen in der Sozialisierungskommission, die allerdings kaum die geeignete Körperschaft war, um gerade diese Frage zu entscheiden.

Eine endgültige Neuorganisation der Reichsbahn ist noch nicht geschaffen; allerdings sind auf dem Gebiete der Dezentralisation durch Stärkung der Stellung der Direktionen, der Inspektionen und besonders der Ämter sowie durch Erweiterung ihrer Befugnisse einige Änderungen vorgenommen worden. Auch die Schaffung von Abteilungen bei den ehemals preußischen Reichsbahndirektionen fällt hierunter.

Die neuen Reichsgrenzen

Die Umstellung des Eisenbahnverkehrs auf die neuen Grenzen und die Verschiebung der wirtschaftlichen Kräfte steckt noch in den Anfängen. Umfangreiche Zoll- und Grenzbahnhöfe sind im Bau begriffen. Die Umstellung hätte auf dem Gebiet des Personenzugfahrplans wohl etwas schneller wirksam werden können; man kann sich aber anscheinend noch nicht von dem Gedanken freimachen, daß der deutsche Schnellzugverkehr in dem reichlich exzentrisch gelegenen Berlin durchgeschnitten sein müsse.

Im Güterverkehr erfordert solche Umstellung naturgemäß mehr Zeit, da zunächst die Verkehrsbeziehungen untersucht werden — eine sehr wichtige Arbeit, die erfreulicherweise eingeleitet ist — und denen entsprechend die Verschiebebahnhöfe ausgestaltet werden müssen.

Darniederliegende Bautätigkeit

Große Neuanlagen können in dieser Zeit der höchsten Not natürlich nicht geschaffen werden. Es mußten sogar viele Arbeiten stillgelegt werden, eine vom allgemeinen wirtschaftlichen Standpunkt aus zweischneidige Maßnahme. Als zweckmäßig würde es erscheinen, die Zeit erzwungener Untätigkeit dazu auszunutzen, um den bestehenden Anlagen die höchste Wirtschaftsintensität zu geben.

Im Zusammenhang hiermit ist es zu begrüßen, daß die Reichsbahn mit großem Erfolg an der wissenschaftlichen Erforschung der Betriebsvorgänge[2]) gearbeitet hat, insbesondere auf dem Gebiete des Güterverkehrs und hier in erster Linie bezüglich ihrer wichtigsten und empfindlichsten Teile, nämlich der Verschiebebahnhöfe. In ähnlich erfreulicher Weise sind erfolgversprechende Arbeiten auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Durchforschung der Betriebskosten im Gang, die allerdings bisher sträflich vernachlässigt worden sind. Besondere Aufmerksamkeit wird man dem Rangierbetrieb, dessen Technik sich ein Menschenalter nicht geändert hat, weiterhin zuwenden müssen.

Nach dem Beispiel von großen und auch von vielen Kleinstädten, die die Zeit darniederliegender Bautätigkeit trefflich zum Aufstellen von Bebauungsplänen auszunutzen verstehen, wird es sich auch für die Reichsbahn empfehlen, unter Nutzbarmachung der neuesten Fortschritte in der Eisenbahn-Fachwissenschaft ein weitsichtiges Ausbauprogramm aufzustellen, wenn seine Verwirklichung auch heute noch nicht möglich ist.

Druck der Ententebesetzung

Schwerer als auf vielen andern Gebieten des Wirtschaftslebens lastet auf den Eisenbahnen der Druck des Feindbundes und der Besetzung deutscher Lande. Besonders zeigt sich dies im Übergangsverkehr, in der Inanspruchnahme der Eisenbahnen im besetzten Gebiet, in den außerordentlich großen Verkehrsleistungen für den Feindbund und der schwierigen Kohlenversorgung. Hierfür ist es nur ein schwacher Trost, daß die internationalen Beziehungen wieder angeknüpft sind und unter französischer Führung eine „Union" gegründet worden ist, die im Laufe der Jahre wohl den Verein Deutscher Eisenbahnverwaltungen ablösen wird.
[M 321] Blum.

[1]) Z. 1922 Heft 38 und 46/47. [2]) Z. 1922 S. 926.

Transportanlagen.

Unter Ausschaltung des Nachrichtenverkehrs, auf welchem Gebiet bemerkenswerte und großzügige Anlagen im vergangenen Jahr entstanden sind (Rohrpost, Seilpost und Förderbänder), soll hier hauptsächlich über die Hebe- und Fördermittel greifbarer Güter berichtet werden, und zwar auch in ihrem Zusammenhang mit den Ferntransportmitteln und den Lageranlagen. Alsdann läßt sich feststellen, daß die bis vor kurzem meist innegehaltenen strengen Grenzen der Arbeitsgebiete im Interesse des Fortschritts und zum Wohle der Allgemeinheit zu fallen beginnen.

Fördermittel und Bearbeitungsmaschinen.

Während früher das Grenzgebiet des Förderwesens (mit Ausnahme der Eisenbahnen und Wasserfahrzeuge) fast ausschließlich als Betätigungsfeld der Bauingenieure betrachtet und nur von ihnen beackert wurde, ist hierin jetzt eine erhebliche Änderung eingetreten. Mehr als je vorher, angeregt durch den auf wirtschaftliches Denken gerichteten Geist, wetteifern die Maschineningenieure mit den Bauingenieuren in der Vervollkommnung leistungsfähiger und betriebsbilliger Transportanlagen. Allmählich ist es auch gelungen, Werkzeuge und Werkzeugmaschinen mit Förderungsmaschinen zu verbinden. Wie ein Eimerbagger einerseits als Fräser oder Erdhobel aufgefaßt werden kann, so vermag man ihn andrerseits zu erklären als stetig arbeitende Gewinnungs- oder Transportmaschine[3]). Die Raupenschlepper sind außer als Zugmaschinen mit Erfolg benutzt als Rodemaschinen sowie zum Wenden von Drehscheiben. Aus den Kabelkranen, die im Jahre 1922 im In- und Ausland in großer Zahl auch von deutschen Welthäusern (Drahtseilbahnfabriken) gebaut sind, haben sich namentlich in Amerika die Kabelbaggerkrane (Schürfbagger) entwickelt. In Deutschland sind jetzt ebenfalls Ansätze zur Aufnahme des Kabelbaggerbaues entstanden.

Bevorzugte Hebezeuge und Fördermittel.

Die Kabelkrane sind zu unentbehrlichen Hilfsmaschinen geworden für den Hoch- und Tiefbau, den Brücken-, Talsperren-, Schleusen-, Kanal- und Hafenbau, für den Tagebau der Bergwerksbetriebe, für die Bedienung von Steinbrüchen und Lagerplätzen, für den Schiffbau (Deutsche Werft und Reiherstieg-Werft, Hamburg) wie zur Be- und Entladung von Schiffen auch an schwer zugänglichen Küsten; ferner für Holzschlepp- und -förderanlagen, zum Abbruch von Gebäuden und Brücken und zur Müllförderung und -stapelung. Bemerkenswert sind die Fortschritte im Bau von gleislosen Förderern (bodenständigen Elektrokarren) und von Elektro-Schienenhängebahnen für die mechanischen Werkstätten sowie für die umfassenden Transportanlagen der gewaltigen chemischen Großbetriebe, der Elektrizitätswerke, Gasanstalten, Bahnhöfe (Lokomotivbekohlung, Gepäcktransport) usw.

Ausschaltung der Menschen- und Muskelarbeit.

Die hygienischen wie die sozialen Rücksichten verlangen namentlich bei der im allgemeinen „unproduktiven" Ortsveränderung auch im Interesse der Wirtschaftlichkeit die Ausschaltung des Menschen und der animalischen Muskel überhaupt als Kraftmaschine (Luft- und Lüfterförderer, Entstaubung, Entaschung, Entnebelung, Magnet- und Motorgreifer u. dergl.). Je höher die Löhne steigen, um so mehr drängt der Wettbewerb auf dem Weltmarkt vor allem auf dem Gebiete der Massenförderung außerhalb und innerhalb industrieller Anlagen zur Aufnahme der verhältnismäßig billigen Maschinenarbeit. „Wie gestalten wir am vorteilhaftesten die Bewirtschaftung der menschlichen Arbeitskraft? Wie können wir Menschen sparen? Wie können wir die Leistungsfähigkeit des einzelnen erhöhen?" Das sind die Gegenwartsfragen für den Transportingenieur.

Für das Einladen, das Löschen und Lagern (Hamburger Doppelkrane), den Umschlag vom Schiff zum Eisenbahnwagen oder Landfuhrwerk und umgekehrt (Kraftfahrzeuge als Kipper oder mit Anhängekipper), für das Zurichten, Erhalten usw. des Lagergutes sind an Stelle von Handarbeit in überragendem Maße maschinelle Förderanlagen getreten.

Entwicklung der Lagereinrichtungen.

So ist als Mittel zur Förderung der Vorratswirtschaft eine vernünftige Weiterentwicklung des Lagerhauswesens zu begrüßen (Getreidespeicher Berlin und Kiel). Gebäude- und Freilager, Hoch- und Tiefbehälter für stückiges und trocken-flüssiges (Schaufel-) Gut werden als Stapelmittel und elastische Bindeglieder gern überall dort eingeschaltet, wo Angebot und Nachfrage schwanken. Das gilt grundsätzlich im Großen (Maschinenindustrie, Eisenhüttenwesen, Landwirtschaft, Städteversorgung) wie im Kleinen (Mühlen, Brauereien, Schlachthäuser). In der Industrie übertrifft das Bedürfnis nach ungestörter Aufrechterhaltung des Betriebes das Verlangen nach Ersparnissen. Nach neuzeitlichen Grundsätzen erbaute Transportanlagen gewähren beide Vorteile und führen darum gleichzeitig zu einer menschenwürdigeren Arbeit. (M 200) M. Buhle.

[3]) Z. 1922 S. 662, 741.

Luftfahrt.

Politische Einflüsse Das Jahr 1922 wurde unter dem Drucke des Bauverbotes für Luftfahrzeuge angetreten. Die denkbar schärfste Auslegung des Friedensvertrages hatte seit dem Sommer 1921 eine reichsgesetzlich festgelegte und einer Stillegung gleichkommende Beschränkung des Luftfahrzeugbaues zur Folge gehabt, die erst am 5. Mai 1922 aufgehoben worden ist. Seitdem ist der Luftfahrzeugbau mit Begriffsbestimmungen belastet, welche die Leistungen von Flugzeugen, Luftschiffen und Motoren niedrig halten und unter dem Deckmantel, das im Friedensvertrag festgelegte Bauverbot für Kriegsluftfahrzeuge sicherzustellen, die Wettbewerbfähigkeit Deutschlands im Verkehrs-Luftfahrzeugbau behindern[1]). Die Regierungsstellen, unterstützt von der deutschen Industrie, arbeiten auf Linderung oder Aufhebung der Begriffbestimmung hin, doch können Erleichterungen zunächst noch nicht erhofft werden.

Nach der deutschen Reichsverfassung gehört die Luftfahrt zu den Angelegenheiten des Reiches und wird durch den Reichsverkehrsminister vertreten. Eine wichtige Entwicklungsstufe bedeutete die Verkündigung des Luftverkehrsgesetzes am 1. August 1922. In dieses Gesetz sind Bestimmungen aufgenommen, die sich auf Erfahrungen des bisherigen deutschen Luftverkehrsgesetzes wie auch der ausländischen Gesetze und Verordnungen stützen.

Luftfahrzeugbau Infolge des Bauverbots konnten in dem Berichtjahre keine neuen Verkehrsflugzeuge zur Geltung kommen, dagegen haben die schon seit 1919 erfolgreichen Eindecker von Junkers sich wiederum im In- und Ausland bewährt. Die Streckenflüge Berlin—Moskau und Dessau—Neapel sowie die Erfolge bei einem internationalen Wettbewerb in Italien zeigten vor aller Welt den hohen Stand deutschen Flugzeugbaues. Verschiedene andre Werke werden dem Luftverkehr 1923 Neubauten bereitstellen können. Auch der Luftschiffbau ist wieder am Werk, insbesondere liegen beim Luftschiffbau Zeppelin zwei Luftschiffe, eines von 70 000 m³ für die amerikanische Regierung, das andre von 30 000 m³ für den Luftverkehr bestimmt, auf Stapel.

Luftverkehr. Der deutsche Luftverkehr umfaßte insgesamt etwa 5400 km Flugstrecke, die in verschiedener Häufigkeit geflogen wurden. Internationale Verbindungen nach dem Osten und Westen wurden besonders gepflegt. Als Beispiele der Inanspruchnahme der Reedereien mögen nachstehende Zahlen dienen. Der Junkers-Luftverkehr erzielte in etwa 3500 h rd. 450 000 Flugkilometer, die Deutsche Luftreederei in rd. 2260 h rd. 260 000 Flugkilometer.

Erfreulich ist die Beteiligung deutscher Luftverkehrsunternehmungen am russischen Luftverkehr. Die Deutsch-Russische Luftverkehrsgesellschaft betreibt ihre Linie Königsberg—Moskau mit deutscher technischer Unterstützung. Die auf dieser Strecke benutzten, von Fokker, Amsterdam, gebauten neuen Verkehrseindecker sind als unter deutschem Einfluß hergestellt anzusehen. Im September flog ein englisches Verkehrsflugzeug nach Staaken, um mit der deutschen Luftreederei einen gemeinschaftlich betriebenen Luftverkehr England—Deutschland aufzunehmen. Ein deutscher Gegenbesuch kam am Silvestertage durch einen von Dornier, Friedrichshafen a. B., gebauten Metalleindecker zustande. Die politische Bedeutung dieser Verkehrsverbindung ist bemerkenswert.

Die Höchstleistungen wurden durch die Amerikaner Mitchell in Geschwindigkeit auf 360 km/h und Macready in Flughöhe auf über 10 km gesteigert.

Der motorlose Flug hat in Deutschland einen weit über Deutschlands Grenzen beachteten Erfolg gehabt[2]). Die persönlichen und technischen Leistungen, die junge deutsche Flieger, insbesondere Studenten unsrer Technischen Hochschulen, vollbrachten, wurden vom Reichspräsidenten durch besonderen Empfang gewürdigt. Das Ausland sah sich durch die Stundenflüge von Martens, Hentzen und Hackmack zur Nacheiferung veranlaßt. Es gelang auch, die deutsche Dauerleistung im statischen Segelflug anläßlich eines englischen Wettbewerbs über vorzügliches Gelände zu überbieten. In Deutschland hat man sich nun das weit schwierigere Ziel des dynamischen Segelfluges gesteckt. Fortschritte im Fliegen werden auch in Zukunft nur durch wissenschaftliche Forschungsarbeit, verbunden mit sportlicher Gewandtheit, erreicht werden können. Nur mit Hilfe besten persönlichen Wagemuts kann die umstrittene Frage gelöst werden, ob die im natürlichen Wind vorhandenen physikalischen Möglichkeiten auszunutzen sind. [M 304]

W. Hoff.

Elektrisches Nachrichtenwesen.

Ausbau des Fernkabelnetzes. Der Telegraphen- und Fernsprechbetrieb wurde in Deutschland durch weiteren Ausbau des bereits vor dem Krieg in Angriff genommenen Fernkabelnetzes bezüglich der Wirtschaftlichkeit, der Betriebsicherheit und der schnellen Verkehrsabwicklung wesentlich verbessert. Die Verwendung von Kathodenröhren-Verstärkern gestattet, die Leiterquerschnitte zu verkleinern und dadurch erhebliche Mengen an Kupfer und Blei zu ersparen. Um die Dämpfung der Fernsprech-Wechselströme zu vermindern, hat man die Kabelleitungen mit Pupinspulen ausgerüstet, die derart bemessen sind, daß außer in den Stammleitungen auch noch über 4 und 8 zusammengeschaltete Adern gleichzeitig Gespräche geführt werden können.

[1]) Z. 1922 S. 451, 477. [2]) Z. 1922 S. 1037.

Telegraphieren mit hörbaren Frequenzen. Da auch die Anforderungen des Telegrammverkehrs an Schnelligkeit, Betriebsicherheit und Wirtschaftlichkeit die ausgedehntere Verwendung von Kabeln notwendig machen, hat es sich zur Ersparung besonderer Kabellinien als zweckmäßig erwiesen, für Telegraphenzwecke die Fernkabel mitzubenutzen. Man verwendet dann mit Vorteil auch zum Telegraphieren Wechselströme mit hörbaren Frequenzen. Auf diese Weise können die Fernkabeladern ohne weiteres als Telegraphierverbindungen verwendet werden, außerdem können über eine Doppelader gleichzeitig mehrere Telegramme befördert werden durch Verwendung verschiedener hörbarer Trägerfrequenzen und selektiver Empfänger, die nur auf eine bestimmte Frequenz ansprechen.

Fernsprechen mit Hochfrequenz. Die mehrfache Ausnutzung oberirdischer Fernsprechleitungen durch Fernsprechen mit hochfrequentem Trägerstrom wurde in der Berichtperiode weiter ausgebildet, insbesondere hinsichtlich der Siebketten zum Ausblenden des durch die Sprachbeeinflussung verbreiterten Frequenzspektrums und der Anpassung der neuen Betriebsweise an die Erfordernisse des praktischen Betriebes. Dieses Verfahren ist insbesondere auch in den Vereinigten Staaten von Amerika stark verbreitet. Dort liegen die Verhältnisse insofern anders als in Deutschland, als es sich meistens um die Überbrückung wesentlich größerer Entfernungen handelt. Daher sind in Amerika besonders auch die Zwischenverstärker für den Hochfrequenzbetrieb ausgebildet worden, während es sich in Deutschland vorläufig als wirtschaftlicher erwiesen hat, etwas stärkere Sender zu verwenden und auf Zwischenverstärker im Zuge der Leitungen zu verzichten.

Apparatebau Aus dem Gebiet des Fernsprechapparate- und Ämterbaues ist die Inbetriebnahme einiger größerer selbsttätiger Vermittlungsämter in Deutschland zu erwähnen, nachdem sich die Überlegenheit des automatischen Betriebes in wirtschaftlicher und betriebstechnischer Hinsicht deutlich erwiesen hat.

Funkwesen. Auf dem Gebiete des Funkwesens sind derart weitgehende Neuerungen wie in den vorhergehenden Jahren nicht zu verzeichnen. Neue Großstationen wurden in Frankreich und Amerika[3]) in Betrieb genommen, die Großstation Nauen[4]) wurde erweitert und hinsichtlich der Frequenzkonstanthaltung und des Tastverfahrens den Erfordernissen des Schnelltelegraphen-Betriebes angepaßt. Der Verkehr wurde auch durch Einrichtung eines besonderen Betriebsamtes für Nauen in Berlin erleichtert[5]).

Der außerordentliche Umfang, den der Funkverkehr insbesondere infolge der großen Zahl von Funkliebhabern in Amerika gewonnen hat, hat zu einer ungeahnten Entwicklung der drahtlosen Industrie geführt. Es ist dort gelungen, versuchsweise Hochvakuumröhren bis zu 1000 kW Leistung herzustellen und durch sechs Röhrensender von zusammen 120 kW Leistung mit Nauen zu verkehren.

In Deutschland ist die drahtlose Telephonie durch Einführung eines Wirtschafts-Rundspruchdienstes in den Dienst der Allgemeinheit gestellt worden. Im Vordergrunde des Interesses stand in allen Ländern die Frage der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen und der Ursache und der Möglichkeit der Beseitigung der atmosphärischen Störungen, da es in den Sommermonaten immer noch nicht möglich ist, einen Dauerbetrieb aufrecht zu erhalten. Insbesondere wurden Apparate und Verfahren ausgebildet, um durch Messung der Empfangsintensitäten die Ausbreitungsvorgänge zahlenmäßig untersuchen zu können. [M 306]

F. Trautwein.

Brücken und Baukonstruktionen.

Trotz aller Knappheit der Baustoffe hat das Jahr 1921 mit einer lebhaften Bautätigkeit abgeschlossen. Zurückgehaltene Neubau- und Ergänzungspläne im Verkehrswesen und in der Industrie waren zur Ausführung gereift, so daß es in der ersten Hälfte des Jahres 1922 nicht an Arbeit fehlte. Dann aber kam mit der ungeheuren Geldentwertung die Baulust ins Stocken. Das Ende des Jahres bot ein besorgniserregendes Bild. Wir stehen vor dem erschütternden Ergebnis, daß 1 t Eisenkonstruktion den Preis von 500 000 ℳ überschritten hat und 1 t Zement sich einem solchen von 50 000 ℳ nähert; für eine Fabrikhalle, dreischiffig, 7 bzw. 10 m hoch, in Eisenbeton stellt sich auf der Dezembergrundlage das Mindestangebot auf mehr als 100 000 ℳ/m². Die Aussichten der Praxis sind daher recht trübe. Von der Hochflut der Projekte, mit der die technischen Bureaus überansprucht waren, kann nur herzlich wenig zur Ausführung kommen.

Brückenbau In erster Linie haben sich die Baukreise mit der Ausführung älterer Entwürfe beschäftigt und diese vollendet. Auf dem Gebiete des Brückenbaues sind das die Eisenbahnbrücke bei Harburg und die Straßenbrücke in Magdeburg über die Elbe. Letztere dient als Ersatz des mit den bekannten Lohseträgern ausgebildeten Überbaues; die neue Trägerform ist ihnen ähnlich; sie enthält an Stelle des Fachwerk-Hängegurtes ein einfaches Hängeband. Die Magdeburger Brücke verdient die Aufmerksamkeit durch bisher noch nie beobachtete Treiberscheinungen des Pfeilerbetons. Durch die Sohle ist in das Innere der Pfeiler artesisches Wasser gedrungen, das reichlich Schwefelsäure enthält. Dadurch schieden sich aus dem Zement schwefelsaure Kalkverbindungen aus, womit bekanntlich Raumvergrößerungen verbunden sind. Sie waren hier so beträchtlich, daß sie die Pfeiler zum Bersten gebracht und innerhalb vierer Jahre teilweise um 86 mm gehoben haben. Die im Anfang des Krieges her-

[3]) Z. 1922 S. 404. [4]) Z. 1920 S. 973 u. f. [5]) Z. 1922 S. 941.

gestellten Pfeiler mußten deshalb bis auf den Baugrund wieder abgebrochen werden und gegen Eindringen des artesischen Wassers mit besonderen Schutzvorkehrungen neu gebaut werden, so daß erst Mitte dieses Jahres die neue Brücke dem Verkehr übergeben werden konnte. Die Brücke macht einen stattlichen Eindruck. Der Sichelbogen der Stromöffnung von 130 m Spannweite ohne Zugband erscheint recht kühn.

Außer einer großen Zahl kleinerer Eisenbahnbrücken im Inland hatten sich die Brückenbauanstalten lohnend mit Lieferung von Reparationsbrücken nach Jugoslawien beschäftigt, wohin 15 bis 20 000 t versandt worden sind, meist einfache Balken oder Gerberbalken, jedoch auch solche mit bis 180 m Stützweite, insbesondere über die Donau. Das sind nicht nur Ersatzbauten, sondern auch ganz neue Brückenanlagen. Auch nach Schweden, Argentinien und Brasilien sind beachtenswerte Aufträge in Bearbeitung.

Hochbau Eiserne Hochbaukonstruktionen sind nur für Industrie und Handel ausgeführt worden. Von den Hochhäusern, die neue Aufgaben der Baukonstruktionen mit sich bringen, ist es wieder stiller geworden. Dagegen haben chemische und Lokomotivbau-Fabriken sowie auch Kraftwerke viel in Eisen gebaut. Erwähnenswert ist noch das Haus der Technik für die Messe in Frankfurt a. M., dessen Hallen als Meisterwerk der Eisenbaukunst zu bezeichnen sind.

Eisenbetonbau Im Wettbewerb mit dem Eisen- ist für kleine und mittlere Aufgaben des Brücken- und Hochbaues der Eisenbetonbau aus wirtschaftlichen Gründen überall recht erfolgreich gewesen. Für Kohlentransportbrücken und Bunker, Wassertürme und Kranbahnen hat er sich sein Feld erobert, ebenso auch für kleinere Fabrikhallen. Durch das letzte ungeheure Ansteigen der Holzpreise, die das 10 000 fache des Friedenspreises überschritten haben, ist auch der Eisenbetonbau in Mitleidenschaft gezogen, da der Verschleiß und Verlust an Schalung ihn sehr stark belastet. Es drängt sich daher das Bedürfnis nach einer Bauweise auf, bei der in festen, beliebig oft auf der Baustelle zu benutzenden Formen typisierte Baukörper aus Eisenbeton verwandt werden können.

Holzbau Die Technik des Holzbaues hat sich wissenschaftlich weiter ausgereift; jedoch ist dies Anwendungsgebiet infolge der unverhältnismäßig gestiegenen Holzpreise weniger entwickelt. Es scheint, als ob auch eine nicht unberechtigte Vorsicht und Scheu der Bauherren und Behörden die Entwicklung hemmt. Bei Vergebung der neuen Hallen für den auf sechs Gleise erweiterten Stadtbahnhof Friedrichstraße in Berlin hat der Eisenbau den Erfolg davongetragen.

Wissenschaftliche Arbeiten Auf theoretischem Gebiete stehen wir in voller Höhe. Die wissenschaftlichen Arbeiten und Versuche sowohl auf dem Gebiete des Eisenbaues wie auf dem des Eisenbetonbaues, wofür hoffentlich die finanziellen Quellen nicht so bald versiegen wie auf manchen Gebieten deutscher Wissenschaft, haben gute Erfolge erzielt. Die diesjährigen Tagungen des Deutschen Eisenbauverbandes und des Deutschen Betonvereins und alle sonstigen Einzelbestrebungen berechtigen zu diesen Hoffnungen in der sonst trostlosen Zeit. [M 283] Karl Bernhard.

Erd- und Wasserbau.

Allgemeine Lage. Die Arbeiten auf dem Gebiete des Erd- und Wasserbaues haben schwer unter der Geldnot und dem Druck des Feindbundes zu leiden gehabt und konnten nicht immer in dem wirtschaftlich richtigen Umfange gefördert werden. Zum Teil sind sie als Notstandarbeiten eingerichtet und je nach dem Stand der Erwerbslosenziffer betrieben worden, was Planung und Fortschritt ungünstig beeinflußte. Einzelne Arbeiten mußten in ziemlich fortgeschrittenem Baustande sogar eingestellt werden, da die Geldmittel ausgingen, bei sehr vielen wurde die ursprüngliche Absicht ganz wesentlich eingeschränkt.

Auch die Beschaffung der Baustoffe war — abgesehen von den ungeheuerlich gestiegenen Preisen — vielfach schwierig und störte den regelmäßigen Fortgang. Die Arbeiterfrage trat demgegenüber im allgemeinen zurück. Unruhen und Streike in großem Umfange kamen nicht vor; die stark steigenden Löhne machten freilich jede Vorausberechnung der Kosten zuschanden.

Am besten gefördert konnten im allgemeinen solche Arbeiten werden, die Abschluß und Nutzbarmachung in kurzer Frist versprachen. Dahin gehören vor allem Unternehmungen, mit denen die Gewinnung von Wasserkraft verknüpft ist, und die Urbarmachung von Ödländereien und Meliorationsarbeiten, ferner die aus Mitteln der produktiven Erwerbslosenfürsorge unterstützten Bauten. Unternehmungen auf weite Sicht dagegen mußten bei der fortwährenden Verschiebung der wirtschaftlichen Grundlagen und der Geldknappheit zurückgestellt werden. Für eine große Reihe von Bauvorhaben wurden die Vorarbeiten und Verhandlungen über die Geldbeschaffung weiterbetrieben, besonders auch im Hinblick auf künftige Arbeitslosigkeit. Einige der wichtigeren Bauausführungen seien kurz erwähnt.

Schiffahrts- und Kraftkanäle. Auf dem Gebiet der Kanäle für Schiffahrt und Kraftgewinn sind die Schleusenbauten am Rhein-Herne- und am Dortmund-Ems-Kanal, am zweiten Weserabstieg bei Minden und am zweiten Abstieg zur Oder bei Fürstenberg zu nennen, die Erdarbeiten und Brücken am Lippekanal und an den Teilstrecken des Mittellandkanals von Hannover nach Peine und Hildesheim, während das Reststück von Peine nach Magdeburg noch vollständig ruht. Der Bau des zu einem Drittel fertigen masurischen Kanals mußte wegen Mangels an Mitteln eingestellt werden. Die bayerischen Kraftwerkkanäle, besonders an der Isar, Loisach, Alz und am Inn, sind tatkräftig gefördert und großenteils fertiggestellt worden.

Flüsse und Flußhäfen. An Flußregulierungen und Kanalisierungen konnten einige seit langem im Werke befindliche abgeschlossen werden, so die Rheinregelung zwischen Straßburg und Sonderheim, die Kanalisierung der Oder zwischen der Neißemündung und Breslau und die Oderwasserstraße bei Breslau. Durch die Neckar-A.-G. sind zwei Staustufen unterhalb Heidelbergs und zwei bei Heilbronn, sowie mehrere Flußverlegungen begonnen, durch die Rhein-Main-Donau-A.-G. die Mainstufe bei Viereth und die Donaustufe bei Passau (Kachlet).

Weit fortgeschritten ist die Stauanlage zur Kraftgewinnung in der Werra oberhalb Mündens, begonnen der Ersatz der sieben Staustufen der kanalisierten Fulda durch vier neue mit höheren Gefällen zur Kraftgewinnung. An der Oder werden Kraftanlagen an den Staustufen bei Janowitz und Koppen sowie in Breslau gebaut, das Wehr bei Niedersaathen und der Regnitzer Durchstich; die Staustufe und die Kraftanlage bei Gr. Wohnsdorf an der Alle ist begonnen, die bei Friedland ist fast fertig. Über die Unterhaltung der Memel, Ruß und Skirwieth, die die Grenze gegen das Memelland bilden, ist ein Abkommen mit diesem getroffen. Der Unterhaltungszustand der polnisch gewordenen Weichsel hat sich sehr verschlechtert.

Der Oberhein zwischen Basel und Straßburg wäre zum Nutzen von Schiffahrt und Krafterzeugung am vorteilhaftesten zu kanalisieren. Entwürfe liegen vor. Die Zentralkommission für die Rheinschiffahrt hat nach Verhandlungen zwischen Deutschland, Frankreich und der Schweiz die Regulierung grundsätzlich angenommen, für die oberste Strecke zur Umgehung der Isteiner Schwelle einen 6 km langen Seitenkanal auf elsässischem Boden mit Schleppzugschleuse und Kraftwerk zugestanden. Die Aufbringung der Mittel dürfte schwierig sein. An vielen andern Flußstrecken schweben Pläne zum Ausbau der Wasserkräfte mit gleichzeitiger Verbesserung der Schiffbarkeit.

Von Flußhäfen werden u. a. Ludwigshafen und Hanau erweitert, Köln hat mit einem großen Neubau begonnen, der Westhafen Berlins, größtenteils bereits im Betrieb, nähert sich der Vollendung (riesige Speicherbauten).

Talsperren. In Pommern sind die Raduetalsperre und der Küddowstaudamm vollendet. Die Diemeltalsperre ist bis zum Überlauf fertig, die Queißtalsperre bei Goldentraum etwa zur Hälfte. Das Murgwerk wird durch die Schwarzenbachtalsperre erweitert.

Für eine große Reihe von Talsperren liegen fertige Entwürfe vor, das Verleihungsverfahren und die Verhandlungen über die Aufbringung der Mittel sind im Gange. Bemerkenswert ist der Plan des Ruhrtalsperrenvereins für einen 60 m hohen Erddamm im Sorpetal bei Arnsberg. Die Talsperren in der Bode, Oker und Ecker zur Speisung des Mittellandkanals können zur Kraftgewinnung vielleicht vorweg ausgebaut werden, ebenso die Saaletalsperren, die zur Hebung des Niedrigwassers der Elbe bestimmt sind.

Landeskulturarbeiten. Für 25 000 ha Moore des preußischen Domänenfiskus in Ostfriesland, Hannover und Schleswig-Holstein sind die Hauptvorflutarbeiten größtenteils beendet, ebenso für 75 000 ha im Havel- und Rhinluch; die Kultivierung hat in großem Umfang eingesetzt. Auch in vielen andern Gegenden sind sehr bedeutende Meliorationsarbeiten in Ausführung. Das 17 000 ha große Wibbelsumer Watt bei Emden ist eingedeicht, desgleichen eine 5000 ha große Niederung am Nemonien (Schöpfwerk im Bau) und eine Niederung am Drausensee. An der Oder unterhalb Stettins ist eine Einpolderung mit künstlicher Entwässerung im Bau. Wiederaufgenommen sind die Landgewinnungsarbeiten an der Nordseeküste.

Neben den bestehenden großen Verbänden zur Reinhaltung der Flüsse und zur Wasserversorgung im rheinisch-westfälischen Industriegebiet, die ihre Tätigkeit fortsetzten, ist eine entsprechende Genossenschaft für die Lippe in Vorbereitung.

Seebauten und Seehäfen. Der Hafen Emden wird erweitert. Der Fischereihafen Geestemünde wird durch eine Doppelschleuse von 12 und 30 m Weite in Gußbeton geschlossen. Die Außenweser wird auf 200 m Sohlenbreite und 10 m Tiefe bei gewöhnlichem Niedrigwasser ausgebaut und das Fedderwarder Fahrwasser hergerichtet. Hamburg erweitert seine Hafenanlagen westlich vom Köhlbrand. Bei Büsum ist ein Fischereihafen begonnen. Der Sylter Damm ist auf dem Festland über das Vorland fertiggestellt. Die Fortsetzung über das Watt wird vorbereitet. Flensburg baut einen neuen Hafen mit Freibezirk. Der Königsberger Seekanal wird wieder auf seine planmäßige Tiefe gebracht, die Stadt baut den Hafen aus, das Freihafenbecken nähert sich der Vollendung. Im Fischereihafen Neukuhren werden die Molen aufgemauert. Längs der ganzen Küste waren schwere Sturmflutschäden zu beseitigen. Die Versuche mit Leitkabeln und mit elektromagnetischen Unterwasserschallsignalen wurden fortgeführt. Leuchtfeuer, die bisher stets eigne Lichtquellen hatten, sind an Überlandnetze angeschlossen worden, so Arkona und verschiedene Hafenfeuer. Von den dem Feindbund abgelieferten Baggern wird ein Eimerbagger für Emden und ein Eimer- und Saug-Seeschachtbagger für Pillau durch gleichartige Neubauten ersetzt. (M 307) R. Seifert.

(Fortsetzung folgt.)

RUNDSCHAU.

Elektrische Anlagen.

Groß-Gleichrichteranlage der Siemens-Schuckert Werke.

Der ständig zunehmende Betrieb auf den Straßen-, Werk- und Anschlußbahnen in Siemensstadt, deren Betriebstrom (600 V) bisher von zwei im Kraftwerk der SSW untergebrachten Zweimaschinen-Umformern von je 150 kW (440/600 V) in Verbindung mit einer Pufferbatterie (333 Ah) mit umkehrbarer Batterie-Zusatzmaschine, Bauart Pirani, geliefert wurde, zwang die Gesellschaft, die Umformeranlage zu verstärken. Gewählt wurde ein Quecksilberdampf-Gleichrichter für 350 A Dauerstrom bei 600 V, d. h. für 210 kW-Leistung. Außer dem Wunsch, eine Versuchsanlage zur Sammlung von Erfahrungen auf dem Gebiet der Großgleichrichter zu schaffen, sprachen auch wirtschaftliche Erwägungen für diese Wahl. Der Wirkungsgrad der vorhandenen Umformeranlage war sehr gering, da die Leerlaufverluste infolge der täglichen Schwankungen des Verkehrs unverhältnismäßig hoch waren. Von einer Gleichrichteranlage war ein wesentlich besserer Gesamtwirkungsgrad zu erwarten.

Schaltung und Betrieb. Die Schaltung der Anlage entspricht im wesentlichen der bekannten sechsphasigen Anordnung[1]). Die Oberspannungsseite des normal für 6000/506 V gewickelten Haupttransformators ist so ausgebildet, daß sie unter Benutzung entsprechender Anzapfstellen auch an Spannungen von 5700 bis 6300 V angelegt werden kann. Die Anzapfungen können von außen im spannungslosen Zustand des Transformators mittels eines im Transformatorgefäß angeordneten Umschalters je nach Bedarf eingestellt werden. Diese Einrichtung war notwendig, da der Transformator unter Umständen aus andern Netzen gespeist werden muß. Damit der Gleichrichter nach Schluß des täglichen Bahnbetriebes auch das 440 V-Lichtnetz speisen kann, erhielt die

Abb. 1. Wirkungsgrad.
a) Wirkungsgrad der Gesamtanlage,
b) „ des Gleichrichters,
c) „ des Transformators.

Abb. 2. Verlauf der Gleichstromspannung und des Leistungsfaktors.

Abb. 3. Gleichspannung eines Einankerumformers und eines Gleichrichters (600 V) bei Leerlauf

Abb. 4. Gleichspannung eines induktionsfrei belasteten Gleichrichters ($E = 560$ V, $J = 295$ A).

Abb. 5. Oberspannung (5700 V_{eff}) und Oberstrom (23,25 A_{eff}) der induktionsfrei belasteten Gleichrichteranlage.

Abb. 6. Gleichspannung (550 V) und Gleichstrom (460 A) des auf das Bahnnetz geschalteten Gleichrichters.

Abb. 7. Oberspannung (5700 V_{eff}) und Oberstrom (12,5 A_{eff}) der auf das Bahnnetz geschalteten Gleichrichteranlage.

Niederspannungswicklung des Haupttransformators noch Anzapfungen für etwa 380 V. Besondere Anlaß- und Hilfsbelastungswiderstände für die Anoden sind nicht notwendig.

Für die Zündung und Erregung zum Antrieb der umlaufenden Luftpumpe und von Schaltermotoren wird Drehstrom von 125 V einem 2,6 kVA-Hilfstransformator entnommen. Zündung und Erregung werden aus weiteren kleineren Transformatoren niedriger Spannung gespeist, die an eine Phase der 125 V-Hilfsleitung gelegt wird. Zum Zünden dient wie üblich eine von einem Solenoid bewegte Zündnadel, zum Erregen zwei Erregeranoden.

Der Erregerstrom von etwa 10 bis 15 A bei 45 bis 50 V, gleichstromseitig gemessen, ermöglicht es, den Nutzstrom des Gleichrichters beliebig zu verringern. Er wird nicht in einem Widerstand nutzlos verbraucht, sondern zum Heizen einer Quecksilberdampfpumpe benutzt (D.R.P. 338 969). Diese arbeitet als Kondensationspumpe zusammen mit einer umlaufenden Hochvakuumpumpe, die als Vorpumpe dient. Bleibt aus irgendeinem Grunde die Drehstromhochspannung aus und hört infolgedessen die Vorpumpe auf zu arbeiten, so schließt sich sofort selbsttätig ein zwischen Vorpumpe und Feinpumpe befindlicher Hahn. Bei Wiederkehr der Spannung öffnet er sich mit einer gewissen Verzögerung. Man ist also in weiten Grenzen von der Bedienung unabhängig.

Beim Inbetriebsetzen des Gleichrichters werden zuerst die Pumpen in Gang gesetzt, wobei, wenn nötig, die Quecksilberdampfpumpe vom Erregertransformator aus geheizt wird, bis die erforderliche Luftleere von etwa 0,01 bis 0,02 mm Quecksilbersäule nach einigen Minuten erreicht ist. Sofort nach dem Zünden und Erregen werden die Hauptanoden eingeschaltet, und die regelmäßige Stromlieferung ins Netz kann beginnen.

[1]) s. Z. 1920 S. 403.

Versuchsergebnisse. Der Wirkungsgrad der Anlage nach Zählerablesungen im Betriebe beträgt mit Einschluß der Pumpen und Erregerarbeit rd. 90 vH. Besonders wichtig ist, daß der Wirkungsgrad der gesamten Gleichrichteranlage sehr gleichmäßig und daher gerade bei verhältnismäßig kleinen Leistungen bedeutend höher als der eines entsprechenden Einankerumformers ist. Der Wirkungsgrad der Anlage setzt sich im wesentlichen aus dem Wirkungsgrad des Gleichrichtergefäßes und dem des Transformators zusammen. Der innere Spannungsabfall des Gleichrichtergefäßes ist fast unabhängig von der Stromstärke und beträgt 23,5 bis 25 V; daraus ergibt sich ein innerer Wirkungsgrad von 96 vH bei 600 V. Hiernach und aus dem gemessenen Gesamtwirkungsgrad, Abb. 1, wird der tatsächliche Wirkungsgrad des Transformators zu 94,5 bis 96,7 vH berechnet. Abb. 2 zeigt den Verlauf der Gleichstromspannung und des Leistungsfaktors; der Spannungsabfall beträgt bis zur vollen Belastung von 350 A bei 600 V rd. 8 vH, der Leistungsfaktor auf der Oberspannungsseite steigt mit zunehmender Belastung bis auf $\cos\varphi = 0,9$.

Einen weiteren Einblick in das innere Arbeiten der Gleichrichteranlage gewähren einige Oszillogramme, Abb. 3 bis 7. Während die Spannung E_u eines Einankerumformers fast geradlinig verläuft, Abb. 3, lassen sich bei der Gleichrichteranlage im Leerlauf sehr deutlich die durch die sechs Phasen gebildeten Wellen auf der Gleichstromseite erkennen, die je $1/6$ von der Periode des Wechselstromes, also $1/300$ s, dauern.

Abb. 4 zeigt Spannungs- und Stromverlauf bei Belastung mit induktionsfreiem Widerstand, also Glühlampen oder Heizkörpern; Strom- und Spannungskurven sind in diesem Fall einander gleich. Beide enthalten noch die in Abb. 3 sichtbaren Erhöhungen, die jedoch durch eine annähernd wagerechte Strecke voneinander getrennt sind. Die Entstehung dieser Strecke erklärt sich folgendermaßen: Der Gleichrichter arbeitet gleichzeitig nur mit einer Anode. Geht nun der Strom von der einen Anode zur andern über, so muß er an der einen erlöschen und an der andern neu entstehen. Dieser Vorgang wird durch die Streuung der an die Anode angeschlossenen Wicklungsteile des Transformators verzögert, so daß zu der sinkenden Spannung der bisher tätigen Anode Spannung hinzutritt, während von der steigenden Spannung der folgenden Anode Spannung abgezogen wird. Hierdurch bleibt für kurze Zeit die Spannung der Anoden nahezu gleich. Abb. 5 zeigt die zu Abb. 4 gehörenden Verhältnisse auf der Oberspannungsseite des Transformators. Die gelieferte Spannung E_λ ist praktisch sinusförmig. Die Erhöhungen und die gleichbleibenden Strecken der Stromkurve bilden sich auf der Oberspannungsseite getreu ab. Die eine Kuppe ist etwas stärker als die andre, weil bei der einen Kuppe der Magnetisierungsstrom des Transformators in der gleichen Richtung, bei der andern in der entgegengesetzten Richtung dazukommt.

Ein wesentlich andres Bild ergibt sich bei Anschluß an die Straßenbahn, Abb. 6 und 7. Die Straßenbahnmotoren haben infolge ihrer Reihenschlußschaltung eine starke Selbstinduktion, wodurch sich die Kuppen nur sehr schwach ausbilden können. Infolgedessen erscheint der Gleichstrom praktisch als gerade Linie. Abb. 7 zeigt, daß auch auf der Oberspannungsseite die Kuppen der Stromkurve fast verschwunden sind.

Die Gleichrichteranlage in Siemensstadt dient zugleich als Versuchsanlage für bedienunglosen Betrieb, bei dem längere Zeit folgende Einrichtungen erfolgreich benutzt worden sind:

1. eine Zeitschaltuhr, die den Haupttransformator für gewisse Nachtstunden abschaltet;
2. eine selbsttätige Zündeinrichtung;
3. eine bereits erwähnte Vorrichtung zum Schließen und Öffnen des Absperrhahnes zwischen Vorpumpe und Feinpumpe;

4. eine Wiedereinschaltvorrichtung für den 6000 V-Ölschalter, die bei kürzeren Störungen in gewissen einstellbaren Zeiträumen den Betrieb wieder einschaltet oder bei anhaltendem Fehler die Anlage dauernd abschaltet, wobei die etwa eingetretene ernstliche Störung auf akustischem oder optischem Wege kenntlich gemacht wird;
5. die Höchststromschalter in den Speiseleitungen zwischen Gleichstromsammelschienen und Bahnnetz, die so ausgebildet sind, daß sie sich nach einem etwaigen, z. B. durch Kurzschluß verursachten Auslösen selbsttätig wieder einschalten, sobald die Störungsursache verschwunden ist. (Siemens-Zeitschrift Mai-Juni 1922.) [1488] Sd.

Schiffbau.

Vereinfachte Form von Handelsschiffen.

In „Werft, Reederei, Hafen" vom 7. und 22. Oktober 1922 veröffentlicht Dr.-Ing. G. Zeyß Ergebnisse von Versuchen der hamburgischen Schleppversuchsanstalt mit Handelschiffsmodellen, der wir die folgenden bemerkenswerten Angaben entnehmen. Die in Abb. 8 dargestellte vereinfachte Form eines Einschraubenschiffes ergab gegenüber der gewöhnlichen Ausführung, Abb. 9, im Mittel für 9 bis 11 Kn Geschwindigkeit vH Ersparnis an effektiven Pferdestärken (ohne Schraube) und 16 vH Ersparnis an abgebremster Leistung (mit Schraube). Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Verteilung der Verdrängung der Länge nach bei den Modellen Abb. 8 und 9 nicht gleich war, was in Zahlentafel 1 zum Ausduck kommt.

Abb. 8.
Vereinfachte Form eines Einschraubenschiffes.

Abb. 9. Normales Einschraubenschiff

Zahlentafel 1.
Abmessungen der Versuchsschiffe.

	Vereinfachtes Schiff Abb. 8	Normales Schiff Abb. 9
Länge in der Schwimmwasserlinie . . . . . m	93,128	94,215
„ zwischen den Loten (L) . . . . „	91,438	91,438
Breite am Hauptspant . . . . „	13,868	13,868
Tiefgang (T) vorn und hinten . . . . „	6,16	6,16
Verdrängung über Spanten . . . . m³	5935	5935
Lage des Verdrängungsschwerpunktes vor Mitte . . . . m	1,81	0,52
Länge des parallelen Mittelschiffes . . . . . „	0,36 L	0,24 L
Völligkeitsgrad beim Tiefgang T der Wasserlinienfläche = α	0,857	0,847
Völligkeitsgrad der Hauptspantfläche = β	0,979	0,995
„ der Verdrängung = δ	0,759	0,759
= φ	0,775	0,763
des Vorschiffes	0,800	0,771
des Hinterschiffes	0,719	0,748

Die Lage des Verdrängungsschwerpunktes und die Größe der Völligkeitsgrade φ deuten bei der vereinfachten Form auf ein schlankes Hinter- und ein völliges Vorderschiff hin, Formen, die sich schon bei früheren Versuchen und auch in andern Fällen wie bei Torpedos und Luftschiffen bestens bewährt haben. Man kann daher die von Zeyß festgestellten Widerstandsunterschiede nicht restlos der vereinfachten Form zuschreiben. Richtiger wäre es gewesen, wenn Zeiß für seine Versuche die gleiche Verteilung der Verdrängung der Länge nach, oder mit andern Worten gleiche Spantinhalte eingehalten hätte.

Dies gilt besonders für die Zeißschen Versuche mit Zweischraubenmodellen. Sie ergaben für das vereinfachte Schiff keine Ersparnis beim Modellversuch ohne Schrauben und eine unwesentliche beim Versuch mit Schrauben, so daß Zeyß von einer Vereinfachung der Form schnellerer Schiffe, insbesondere der Passagierdampfer, abrät.

[R 1535] W. Schmidt.

Feuerungen.

Der größte Emaillierofen der Welt.

Die Herstellung von emaillierten Stahlbottichen, hauptsächlich für die Brauindustrie, begann mit der Anfertigung einzelner Ringe von 750 bezw. 1500 mm Höhe, die unter Verwendung einer Zinndichtung zum fertigen Gefäß zusammengeschraubt wurden. Die Dichtungen sind aber immer eine Ursache des Ansetzens von Keimen. Erfahrungsmäßig wird das Email oft schon durch geringe Drücke an den Dichtungsstellen abgesplittert, wodurch nicht isolierte Stellen entstehen, die das ganze Gefäß unbrauchbar machen. Der Gedanke, diese Gefäße aus einem Stück herzustellen, scheiterte bisher am Fehlen eines geeigneten Emaillierofens. Die Anforderungen, die an einen Ofen zum gleichmäßigen Emaillieren von Gefäßen bis 6 m Länge und 3 m Dmr. gestellt werden, sind groß. Schon bei den gewöhnlichen Emaillieröfen für kleine und mittelgroße Gegenstände ist der vollkommene Wärmeausgleich nicht nur von vorn nach hinten, sondern auch von oben nach unten nicht ganz leicht herzustellen.

Einen erfreulichen Fortschritt der deutschen Technik bedeutet der Ofen, Abb. 10 und 11. Der Brennraum ist $7 \times 5 \times 5$ m³ groß. Die völlig gleichmäßige Hitze in allen Teilen des Brennraumes wird mit Hilfe einer Dreiteil-Gasheizung erzeugt, bei der das Gas und die Verbrennungsluft unter Druck zugeführt werden.

Abb. 10. Emaillierofen mit Beschickvorrichtung.

Abb. 11. Längsschnitt durch den Emaillierofen.

Der Unterbau des Ofens mit den Verbrennungskammern a, b und c ist als massiger Wärmespeicher ausgebildet. Der Ofen kann so beheizt werden, daß die Gase von den Zügen d und e unmittelbar durch den Brennraum nach f strömen. Die Gase können aber auch, wie durch die Pfeile angegeben, geführt werden; durch zweckentsprechend eingebaute Regeleinrichtungen können sie an die jeweils erforderliche Stelle geleitet werden.

Besonders sorgfältig ist die Tür konstruiert, die sehr dicht schließen muß. Die infolge der Temperatur und Größe der Tür auftretenden Kräfte machten eine Sonderkonstruktion mit Druckvorrichtung notwendig, die das Werfen der Tür verhindern soll. Die Tür und die Beschickvorrichtung, Abb. 10, werden elektrisch betätigt. Die Abwärme wird zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Anlage weitgehend verwertet. Der Schornsteinverlust beträgt nur etwa 12 vH der zugeführten Gesamtwärme.

Das Emaillieren eines großen Gefäßes von 6 m Länge und 3 m Dmr. dauert 60 min. Der Brennstoffverbrauch bei ununterbrochenem Betrieb beträgt 9000 kg Steinkohlen von 7000 kcal in 24 h; das ist in Anbetracht der Größe des zu beheizenden Raumes ohne Zweifel sehr wenig.

Erwähnung verdient die Sauberkeit des ganzen Betriebes. Bei andern Emaillieröfen entsteht der Hauptschmutz beim Abschlacken. Der Staub gelangt trotz der Abschlußtüren in den Brenn- und Auftrageraum und verunreinigt die Ware. Dagegen wird hier die Asche aus einem Wasserbade ohne irgendwelche Belästigung der Arbeiter durch Hitze oder Flugasche mühelos entfernt.

Ein wesentlicher Vorteil der Bauart, die von Zahn & Co., Bau von Emaillierwerken, G. m. b. H., Berlin, stammt, besteht darin, daß Braunkohlen in der Form von Briketten und auch als Rohkohlen verwandt werden können. [878] Dr. W. Scheel.

Normung.

Die Arbeiten des Normenausschusses der deutschen Industrie.

In der Beiratsitzung des Normenausschusses der deutschen Industrie am 15. November 1922 erstattete Oberingenieur C. Brennhausen über den Stand der Arbeiten[1]) einen Bericht, dem die folgenden Angaben entnommen sind.

Normaldurchmesser.

Das Blatt über Normaldurchmesser mußte eine Erweiterung erfahren, da die festgelegten Normaldurchmesser unter 10 mm den Bedürfnissen der Feinmechanik nicht entsprachen. Die Normaldurchmesser im unteren Bereich wurden als zu grob gestuft bezeichnet. Aufgenommen sind ferner die Durchmesser von 37 und 47 mm, da diese in der Kugellager-Industrie nicht entbehrt werden können.

Die Normaldurchmesser dienen zur Beschränkung der Lagerhaltung der Werkzeuge auf eine Mindestzahl der Sorten; die Normungszahlen dienen zur Bemessung von Einzelteilen sowie für Teile von Maschinen und Apparaten. Sie sollen dem Konstrukteur eine Handhabe sein bei Einzelkonstruktionen, um für diese eine geringste Anzahl von Größen zu erhalten und einer späteren Normung der Einzelteile vorzuarbeiten. Die Normaldurchmesser weisen auf das Bestehende, die Normungszahlen auf die Zukunft hin.

Zeichnungen.

Der Arbeitsausschuß für Zeichnungen hat seine Arbeiten auf dem Gebiet der Schrift, als Beschriftung der Zeichnungen, der Stücklisten, der Oberflächenzeichen, der Maßeintragungen, abgeschlossen. Er beschäftigt sich im weiteren mit den Normen für die Eintragung von Toleranzen und Passungen, von Bearbeitungsangaben auf Zeichnungen, ferner mit den Normen für Zeichnungsarten und den Sinnbildern für Schweißnähte, Rohrleitungen, Transmissionen, Eisenkonstruktionen und Schaltplänen, ferner mit Schraffuren und Farben für Werkstoffe.

Gewinde.

Die Normung der Gewinde kann als abgeschlossen betrachtet werden, insofern als die Normblätter über Whitworth-Gewinde, metrisches Gewinde, Whitworth-Rohrgewinde und eingängiges Trapezgewinde (mittel) in Vertrieb gegeben sind. Veröffentlicht sind die Blätter über metrisches Feingewinde 1 bis 3 und Whitworth-Feingewinde 1 und 2, Sägengewinde, Trapezgewinde (fein und grob).

Den Bemühungen von Prof. Schlesinger ist es gelungen, im Laufe dieses Jahres eine Einigung für das Feingewinde 3 zwischen dem Verein Deutscher Motorfahrzeug-Industrieller und dem Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken zu erzielen. Später sollen auch Normen für die Verwendung der Gewinde aufgestellt werden.

Passungen.

Was den Stand der Arbeiten im Arbeitsausschuß für Passungen betrifft, so wird auf die kürzlich veröffentlichten Blätter über Grundbegriffe hingewiesen. Der Aufbau dieser Blätter ermöglicht nach kurzem Studium einen vollen Überblick über das Wesen der Passungen.

Schrauben.

Der Arbeitsausschuß für Schrauben hat die Grundnormen, wie Schlüsselweiten, Rundkuppen und Kernansätze, Splinte, Unterlegscheiben, Federringe, Muttern, Kronenmuttern, blanke und rohe Schrauben, Holzschrauben und Schlitzschrauben fertiggestellt. Während die Blätter über blanke Schrauben und Holzschrauben in Vertrieb gegeben sind, ist bei der Herausgabe der Blätter für rohe Schrauben insofern eine Verzögerung eingetreten, als die Vertreter der deutschen Schraubenfabriken Einspruch gegen die Verlegung des Spitzenspiels in den Bolzen erhoben haben.

Zur Kritik herausgegeben sind die Blätter über gerollte Schrauben (jetzt bezeichnet als halbblanke Schrauben), Schraubenschlüssel, Durchgangslöcher für Schrauben, Hammerschrauben mit Nase, Ankerschrauben und Ankerplatten.

In Vorbereitung sind: Abmaße für Schlüsselweiten, Abmaße für Schlitzbreiten und -tiefen, Ösenschrauben, Steckschlüssel, Schlagschlüssel, Vierkantschlüssel. Die Rändelschrauben und -muttern sind zur Veröffentlichung als zweite Vorstandsvorlagen freigegeben.

[1]) Die Mitteilungen des NDI erscheinen regelmäßig im „Maschinenbau", Verlag des V. d. I.

Rohrleitungen.

Der Arbeitsausschuß für Rohrleitungen wurde nach folgenden Gruppen unterteilt: Rohre, Flansche, Formstücke, Rohrverschraubungen, Farben.

Die Normung der Druckstufen ist das Fundament für die weitere Arbeit. Da die Druckstufen-Normung zu sehr den Charakter der Kompromisse trug, so konnte sie keinen befriedigenden Eindruck machen. Das frühere Ergebnis, in logarithmischem Maßstab aufgetragen, erwies, daß die Sprünge von einer Druckstufe zur andern ungleichmäßig waren. Es fehlte also die gesetzmäßige Grundlage.

Bei jedesmaliger Beratung dieser Norm wurden Einsprüche erhoben. Hierdurch veranlaßt, wurde gefragt: Warum legen wir für dieses Fundament nicht ein Gesetz zugrunde? Wie würde eine gesetzmäßige Stufung aussehen? und es wurde behauptet: Durch die Festlegung einer gesetzmäßigen Stufung würde vielleicht erreicht, daß die dauernd einlaufenden Einwände und Kritiken fortfallen.

Oberingenieur Sturm hat alsdann für die Druckstufen die geometrische Reihe vorgeschlagen, und zwar die Normungszahlen aus der Reihe $\sqrt{10}$. Dieser Vorschlag ist angenommen worden. Die Druckstufen 10 at für Wasser und 20 at für Dampf sind möglichst zu erhalten, da diese beiden Drücke heute fast ausschließlich in Deutschland und weit darüber hinaus eingeführt sind. Erwähnt sei, daß die Druckstufe D 20/W25 aus wirtschaftlichen Gründen in D 22/W25 geändert ist, dem Drücke von 22 at werden vielfach für Betriebsturbinen benutzt.

Über die Normung der Nennweiten der Gasrohre, der autogen geschweißten Rohre, wassergas-geschweißten, überhaupt geschweißten und nahtlosen Rohre ist zu berichten, daß diese Normen vom Arbeitsausschuß und der Normenprüfstelle verabschiedet sind und demnächst veröffentlicht werden.

In Vorbereitung sind die Normen für gußeiserne Flanschrohre, gußeiserne Muffenrohre, flußeiserne Muffenrohre. Eine weitere Aufgabe ist die Stellungnahme zu den im Arbeitsausschuß für „Bleche und Rohre" aufgestellten Toleranzen.

Flansche.

Die Normung der Flansche hat viel Mühe und Arbeit gekostet, die Arbeiten sind aber nunmehr im Arbeitsausschuß unter engster Fühlungnahme mit den Vertretern des schweizerischen Normenbureaus zum Abschluß gebracht worden.

Die schweizerischen Fachgenossen haben sich weitestgehend mit dieser Normung befaßt und haben umfangreiche Unterlagen in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt. Eine eingehende Aussprache am 2. und 3. November 1922 in Heidelberg hat zu einer Verständigung geführt, die als Grundlage für eine internationale Normung angesehen werden darf.

Die Ausarbeitung über die verschiedenen Ausführungsarten der Formstücke ist bis zur Veröffentlichung des ersten Entwurfes gediehen. Sinnbilder und Kurzzeichen sind festgelegt.

Später folgen einzelne Ausführungsarten dieser Formstücke.

Rohrverschraubungen.

Die Rohrverschraubungen sind in Arbeit genommen, und zwar sind die Arbeiten nach folgenden Gruppen unterteilt worden:

Rohrverschraubungen, Arbeitsplan.

Rohrverschraubungen

Kegel	Bund
Maschinenbau	Maschinenbau
Leichtbau	—
Gas-Wasser-Fittings-Industrie	Gas-Wasser-Fittings-Industrie
Heizungsindustrie	—

Die Normung über Farben für Rohrleitungen ist in Vorbereitung. Vorschläge zum ersten Entwurf liegen vor.

Grundnormen über „Ovale", z. B. für Stopfbüchsen und Flansche werden in Angriff genommen.

Preßdruckleitungen.

Im Arbeitsausschuß für Preßdruckleitungen sollten anfangs nur Rohre für hohen Wasserdruck bearbeitet werden. Später wurde beschlossen, diese Normen allgemein für hohe Drücke, also außer für Wasserdruck auch für Gasdruck zu verwenden. Der Druckstufenbereich geht von 40 bis 400 at Betriebsdruck für Gas, von 60 bis 600 at Betriebsdruck für Wasser. Die Probedrücke für Gas betragen das 1,5fache des Betriebsdruckes, die Probedrücke für Wasser das 1,5fache abfallend bis zum 1,2fachen des Betriebsdruckes. Besondere Untergruppen befassen sich mit der Normung der Formstücke und Armaturen für Preßdruckleitungen, doch liegt hierfür greifbares Material noch nicht vor.

Armaturen.

Der Arbeitsausschuß für Armaturen zerfällt in folgende sieben Gruppen: Groß-Gas- und Wasserarmaturen, Klein-Gas- und Wasserarmaturen, Dampfarmaturen, Feinarmaturen, Heizungsarmaturen, Indikatorhähne, Druckmesser.

In der Gruppe für Groß-Gas- und Wasserarmaturen werden neue Entwürfe für Flach-, Oval- und Rundschieber ausgearbeitet. Die Gruppe wird sich später mit der Normung der Hähne und Saugkörper befassen. Die Normung der Hydrantenanschlüsse wird demnächst von dieser Gruppe aufgenommen, und zwar unter Hinzuziehung der Vertreter des Feuerlöschwesens. Die Gruppe für Klein-Gas- und Wasserarmaturen hat ihre Arbeiten bis auf weiteres eingestellt und wartet das Ergebnis der Normung über Rohrverschraubungen ab.

Die Gruppe für Dampfarmaturen hat nach langen eingehenden Beratungen die Entwürfe über Durchgangventile veröffentlicht. Sie wird sich weiter befassen mit der Normung der Eckventile, Rückschlagventile, Kesselspeiseventile, Hochdruckschieber und Heizungsventile.

Die Gruppe für Feinarmaturen hat Entwürfe über Hähne mit und ohne Stopfbüchsen ausgearbeitet, die zur Vorlage an die Normenprüfstelle reif sind. Die Gewindezapfenhähne ohne Stopfbüchsen müssen zurückgestellt werden, bis die Normen für Rohrverschraubungen zugrunde gelegt werden können. In Arbeit sind ferner: Ölgläser, Tropföler, Dochtöler, Schmelzpfropfen, Staufferbüchsen und Wasserstandvorrichtungen.

Die Gruppe für Heizungsarmaturen hat die Arbeiten über Regulierhähne, Regulierventile und Radiatorverschraubungen übernommen. Indikatorhähne können in kurzem zur Kritik veröffentlicht werden. In der Gruppe für Druckmesser werden Manometerhähne, Kontrollmanometer und -geräte, Anschlußstutzen und Wassersackrohre bearbeitet.

Im Arbeitsausschuß für Druck- und Wärmemessung sind die Thermometer in Arbeit. Zu bedauern ist, daß der Handelsschiff-Normenausschuß die Normen über Thermometer im Herbst 1922 endgültig angenommen hat, ohne die Normung im NDI abgewartet zu haben.

Transmissionsbau.

Bestimmend für die Normung im Transmissionsbau war 1. das Bedürfnis der Verbraucher nach Vereinheitlichung der Hauptabmessungen und 2. das Bedürfnis der Hersteller nach Ausschaltung ungangbarer Modelle. Als Richtlinien für diese Normen ergaben sich:

1) Festlegung der Abmessungen der gebräuchlichsten Transmissionsteile, so daß vollständige Lager und Kupplungen, jedoch nicht ihre Einzelteile, z. B. Lagerschalen, Kupplungshälften, gegeneinander ausgetauscht werden können.
2) Beschränkung der Normung auf solche Teile, von denen Sonderbauarten wie bei Reibkupplungen nicht in Frage kommen.
3) Gesetzmäßiger Aufbau der Modellreihen, der durch Ausscheiden ungangbarer Größen ermöglicht wird.

Zu den abgeschlossenen Arbeiten gehören Wellendurchmesser, gangbare Transmissionslager mit dazugehörigen Unterlagen und Verankerungen, Schalenkupplungen und Scheibenkupplungen sowie Rillenprofile für Hanfseilscheiben. In Arbeit sind Riemenscheiben, Lastdrehzahlen und Riemengeschwindigkeiten.

Hebemaschinen.

Im Arbeitsausschuß für Hebemaschinen beschränken sich die Arbeiten zunächst auf die hauptsächlich gebrauchten Elemente wie Flanschlager, Deckellager, Augenlager, Laufräder, Bremsscheiben und Bremsbandteile, Durchgangsprofile für Laufkrane.

Keile.

Vom Arbeitsausschuß für Keile sind die Blätter über Keilquerschnitte und Verteilung der Querschnitte auf die Wellendurchmesser in Vertrieb gegeben. Noch nicht abgeschlossen sind die Normen der Konstruktionsblätter, auf denen die Querschnitte mit zugehörigen Längen und den Paßangaben aufgestellt werden sollen, ferner Sonderausführungen von Keilen, z. B. Tangentkeile.

Kugellager.

Die Normung der Kugellager bezieht sich auf die Festlegung der Außendurchmesser, Durchmesser des Einstellringes, Durchmesser der Bohrung und Breite der Lager. Die einreihigen und zweireihigen Querlager (leicht, mittel, schwer) finden bereits in der Praxis Anwendung. Die Kugellager ohne Einstellring stimmen in Bohrung, Außendurchmesser und Breite mit den Abmessungen der amerikanischen Ausführungen überein. Eine internationale Übereinstimmung steht bevor. Zur Zeit befaßt sich der Arbeitsausschuß mit der Aufstellung der Normen für leichte Spannhülsenlager, Längslager, Vereinheitlichung der Benennungen der gängigsten fertigen Kugellager und der dazu benutzten Teile.

Meß- und Schneidwerkzeuge.

Im Laufe dieses Jahres sind folgende Normblätter in Vertrieb gegeben und vom Vorstande genehmigt: Kennzeichnung und Beschriftung der Grenzlehren, Spitzsenker, Spitzsenkerbohrer, Zentrierbohrer, Zentrierbohrungen, Bohrungen, Nuten und Mitnehmer, Morsekegel, metrische Kegel, Kegellehren für Morse- und metrische Kegel sowie Reibahlen.

Zur Weitergabe an den Vorstand zur Genehmigung liegen die Normen vor für Aufsteckgrundreibahlen und Aufsteckenker, Aufsteckhalter, Gewindebohrer, Aufstecksenker, Hals- und Kopfsenker, Spiralbohrer, Gewindebohrer, bearbeitete und unbearbeitete T-Nuten, Meßzapfen, Einsteckgriffe, Lehrdorne und Normallehrringe sowie Meßscheiben. Als Entwürfe oder Vorstandsvorlagen sind in Arbeit: Bohrbüchsen, Spiralsenker, Schneideisenhalter, Schneidstähle und V-Nuten.

Zahnräder.

Die Arbeiten im Arbeitsausschuß für Zahnräder werden in einem Hauptausschuß sowie in den Gruppen Studienausschuß, Berechnung von Zahnrädern, Schneckenräder und Benennung von Zahnradgrößen ausgeführt, Normblätter über Modulreihe, Zähnezahlen für Wechselräder und Wechselräder sind veröffentlicht. Bis zu einem Vorschlag zum ersten Entwurf ist die Normung für Benennung von Zahnradgrößen gereift.

Der Arbeitsplan umfaßt die Normung der Verzahnung, der Schneckengetriebe, Kegelräder, Stirnräder, hyperbolischen Räder, Kettenräder, Globoidräder, Innenverzahnung und der Bearbeitungstoleranzen.

Werkstoffe.

Unter den Begriff „Werkstoffnormung" fällt im allgemeinen die Festlegung der Zusammensetzung, der Bezeichnung, der Festigkeitseigenschaften der verschiedenen Metalle und Metallegierungen sowie die Ausarbeitung der Prüfverfahren. Die Werkstoffnormung umfaßt zur Zeit nur die Metalle, und zwar die beiden Hauptgebiete: Eisen und Stahl sowie Nichteisenmetalle.

Eisen und Stahl. Der Arbeitsausschuß war anfangs in sieben Untergruppen unterteilt, und zwar für Prüfverfahren, Eisenbahnbaustoffe, Stab-, Form- und Drahteisen, Bleche und Rohre, geschmiedeten Stahl, Stahlformguß und Gußeisen. Die Arbeiten sind bei allen Gruppen im Gang und haben teilweise bereits zur Veröffentlichung einiger Entwürfe geführt.

Es ist beabsichtigt, die Untergruppe für Prüfverfahren in einen besonderen Fachausschuß umzuwandeln. Die Gruppen für Stahlformguß und Gußeisen sind im Laufe dieses Jahres zusammengefaßt in einen Fachnormenausschuß für Gießereiwesen.

Folgende Normen sind in Arbeit oder veröffentlicht: Werkstoffprüfung (Begriffe), Richtlinien für Prüfung der Maschinen und Apparate zu Abnahmeprüfungen, Kugeldruckprobe nach Brinell, Zugversuche, Schienen und Schwellen, Form-, Stab- und Universaleisen, Schrauben-, Nieten-, Handels- und Drahteisen, Fein-, Mittel- und Grobbleche, Leitungs- und Kesselrohre, Stahlguß, Begriffe für Gußeisen, Temperguß und Stahlguß, Klassen für Gußeisen sowie Anstrich und Bezeichnung der Modelle.

Nichteisenmetalle. Der Fachnormenausschuß für Nichteisenmetalle arbeitet in Arbeitsausschüssen und veröffentlicht seine Entwürfe und Berichte in den Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde und in den Mitteilungen des NDI. Er ist gegliedert in folgende Ausschüsse: Kupfer- und Kupferlegierungen, Aluminium- und Aluminiumlegierungen, Nickel- und Nickellegierungen, Zink- und Zinklegierungen, Blei, Zinn- und Zinnlegierungen, Abnahme und Schiedsanalysen von Nichteisenmetallen.

Von diesem Fachnormenausschuß sind folgende Normblattentwürfe veröffentlicht: Kupfer, Messing, Bronze-Rotguß, Zinn, Lagerweißmetall, Lötzinn. Der Inhalt dieser Blätter bezieht sich auf Bezeichnung, Zusammensetzung, Kurzzeichen und Verwendung. Die Arbeiten über Aluminium, Nickel, Blei und Zink sind in Vorbereitung.

Der Fachnormenausschuß für Halbzeug aus Nichteisenmetall hat seine Arbeiten im Frühjahr 1922 aufgenommen und soweit gefördert, daß demnächst eine größere Reihe verschiedener Entwürfe veröffentlicht werden kann. Insbesondere sind zu nennen: Kupfer-, Messing- und Aluminiumbleche, Kupfer- und Messingrohre, Rund-, Vierkant- und Sechskantprofile sowie Drähte aus Kupfer und Messing.

Für die beiden Fachnormenausschüsse für Nichteisenmetalle ist ein gemeinsamer Arbeitsausschuß für Leistungszahlen geschaffen, der hauptsächlich die technischen Lieferbedingungen auszuarbeiten hat.

Graphisches Gewerbe.

Vom Fachnormenausschuß für Graphisches Gewerbe ist das Normblatt über Papierformate aufgestellt, das genehmigt und in Vertrieb gegeben ist. Die Geschäftswelt geht zunehmend zum Geschäftsbriefbogen vom Format A 4 (210 × 297) über, ebenso stellen sich die Behörden auf diese Norm ein. Auch der Übergang der Zeichnungen zur Reihe A von Dinorm 476 ist gesichert. Einzelne Werke haben sie bereits eingeführt, andere folgen gelegentlich. Das bezugfertige Blatt über Zeichnungsformate erscheint demnächst. Die Lieferer von Zeichenpapier stellen sich auch bereits auf die Formate ein.

Einführung der Normen.

Der bei der Aufstellung der Normen geleisteten Arbeit reihen sich erfahrungsgemäß die Schwierigkeiten bei der Einführung der Normen an. Deshalb muß ganz besonders hervorgehoben werden, daß der NDI bei den Fachausschüssen weitreichendes Verständnis und vollste Unterstützung bei der Lösung dieser Frage gefunden hat.

Über die Zusammenarbeit mit dem Handelsschiff-Normenausschuß ist leider festzustellen, daß über wichtige Fragen eine hinreichende Verständigung nicht erzielt worden ist. Wenn zugegeben werden muß, daß die Schiffbauindustrie infolge des Wiederaufbaues der deutschen Handelsflotte schnellstens ihre Normen zum Abschluß gebracht wissen möchte, so wäre doch wünschenswert gewesen, wenn in vielen Fragen, die beide Gruppen berühren, eine Übereinstimmung erzielt worden wäre.

Kinotechnik.

Die deutsche Kinotechnische Gesellschaft hat ihre ersten Normen über Filmabmessungen, Mehrlochmaschinen, Filmtransportrollen, Greiferhub und Bildfenster veröffentlicht. Von besonderer Bedeutung ist, daß diese Normen mit denen Amerikas und Englands übereinstimmen.

Die französische Kommission hat während ihrer Anwesenheit in Berlin erklärt, daß auch Frankreich die amerikanisch-englisch-deutschen Filmabmessungen übernehmen werde; jedoch will der in Frankreich vor kurzem gebildete Ausschuß für Normungsfragen der Kinotechnik erst den Abschluß der deutschen Normen abwarten. Die deutsche Kinotechnische Gesellschaft bleibt in dieser Angelegenheit mit dem französischen Ausschuß in Fühlung.

Baunormung.

Hier bestehen folgende Arbeitsgruppen: Reichshochbaunormung, technisch einheitliche Baupolizeibestimmungen, Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenbauwerken, Beton und Eisenbeton, Straßenbrücken, Holz, Kanalisationsgegenstände aus Gußeisen, Schornsteinbau und Feuerungsanlagen, Straßenbaustoffe, Feldbahngerät, eiserne Fenster, Brunnenbau, Kulturbauwesen, Abflußrohre, Eisenhochbau und Eisenbrückenbau.

Abgeschlossen sind die Arbeiten auf dem Gebiet der Straßenbaustoffe und der eisernen Fenster. In Vertrieb gegeben sind die Normen für Holztreppen, Türen, Holzfenster, Dachziegel, Mauerziegel, Normalbedingungen, Kabelformstücke, Sinkkasten, Bordschwellen, Abflußrohre usw.

Über die Tätigkeit der Normenprüfstelle ist zu erwähnen, daß seit dem 1. Januar 1922 nicht weniger als 650 Normblätter in den wöchentlich einmal stattfindenden Sitzungen der Normenprüfstelle beraten worden sind. [M 268]

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Die Lage der Industrien in den Vereinigten Staaten.

Die allgemeine Geschäftslage der Industrien in den Vereinigten Staaten von Amerika wird in dem vom National Industrial Conference Board in New York herausgegebenen Septemberbericht des Jahres 1922 eingehend besprochen. Wir entnehmen den Ausführungen folgendes:

Das geschäftliche Leben in den Vereinigten Staaten wurde in den letzten Monaten durch den Kohlen- und Eisenbahnarbeiterausstand, durch den Ausstand der Textilarbeiter, die Ungewißheit über einzelne in der Schwebe befindliche Gesetze, besonders das Tarifgesetz und das Bonusgesetz, sowie durch die während der Sommermonate gewöhnlich einsetzende Arbeitslosigkeit ungünstig beeinflußt. Während im Kohlenarbeiterausstand die Bergleute ihre Forderungen fast restlos durchgesetzt haben, ist der Ausstand der Eisenbahnarbeiter zu deren Ungunsten entschieden. Der Ausstand der Textilarbeiter hat damit geendet, daß die vor Beginn des Ausstandes geltenden Löhne fast überall wieder in Geltung gesetzt wurden. Das Bonusgesetz, das jedem Kriegsteilnehmer eine mit der Länge der Dienstzeit wachsende Vergütung bringen sollte und das amerikanische Volk mit nicht weniger als 4 Milliarden Dollar belastet haben würde, ist dank des vom Präsidenten eingelegten Vetos nicht zustande gekommen; das neue Tarifgesetz ist im September in Kraft getreten.

Die Ungewißheit, die auf Handel und Industrie lastete und die ganze Geschäftslage unübersichtlich machte, ist einer allgemeinen Besserung gewichen, die sich überall deutlich kennzeichnet. Immerhin machen sich noch einzelne Umstände störend bemerkbar. So ist die Lage des Kohlenmarktes für die Erzeuger und für die Verbraucher noch immer drohend, obwohl die Förderung sowohl aus den Anthrazitgruben wie aus den Weichkohlengruben, die während des Ausstandes fast völlig unterbunden war, inzwischen gute Fortschritte gemacht hat und ein ernsthafter Mangel für die Industrie kaum zu befürchten ist. Auch die Furcht vor kriegerischen Verwicklungen im nahen Osten beeinträchtigte die Geschäftslage. Im ganzen sind aber die Bedingungen für die Industrie günstiger geworden, so daß sich eine normale und gesunde Entwicklung der Geschäfte herausbilden konnte. Besonders gut sind die Bedingungen für die Landwirtschaft, die eine recht gute Ernte zu verzeichnen hat. Allerdings spielt hier die Frage, ob die Feldfrüchte auch auf der Eisenbahn befördert werden können, eine die Preise wesentlich beeinflussende Rolle. Die Baumwollernte im Süden der Vereinigten Staaten, die durch aufgetretene Schädlinge stark beeinträchtigt wurde, war nur gering; es wurden infolgedessen hohe Preise erzielt.

Im einzelnen führt der Bericht folgendes aus: Der Kohlenarbeiter- und der Eisenbahnarbeiterausstand beginnen jetzt, sich in ihren Auswirkungen für die Industrie fühlbar zu machen. Unter der notwendigen Einschränkung der Kohlenbelieferung leiden viele große industrielle Unternehmungen, besonders die Eisen- und Stahlindustrie, die Betriebseinschränkungen vornehmen mußte. Die Kohlenförderung ist indessen schneller gestiegen, als vorauszusehen war. So haben die Weichkohlengruben bereits ihre normale Förderungsziffer wieder erreicht, während die Anthrazitgruben, von denen indessen nur einige voll arbeiten, nur etwas mehr als 80 vH der früheren Förderung ausbringen.

Das Hauptübel in der Kohlenindustrie, aus dem die Ausstände, die Kürzungen in der Belieferung und drohende Hungersnöte herrühren, liegt, wie der Vorsitzende der Kohlenkommission der Verwaltung neuerdings hervorgehoben hat, in der mangelnden Wirtschaftlichkeit der Kohlengruben. Es erhebt sich daher die Frage, wie die Erzeugung auf eine bestimmte Anzahl von Kohlengruben von hoher Leistungsfähigkeit und geringen Förderungskosten beschränkt und die Industrie vor einer stärkeren Verringerung der Belegschaft bewahrt werden kann. Von dieser Frage hängen der Friede in der Industrie und die Möglichkeit, die Bevölkerung mit einer ausreichenden Kohlenmenge zu annehmbaren Preisen zu beliefern, ab.

In der Bauindustrie, die im Juli und August noch voll beschäftigt war, machen sich Anzeichen für ein der Jahreszeit entsprechendes Abflauen bemerkbar. Obwohl die zu bebauende Grundfläche im Verhältnis wächst, ist der Gesamtwert der Abschlüsse gesunken, was darauf schließen läßt, daß man jetzt wohlfeilere Bauarten bevorzugt. Die Kosten für Baustoffe und für Löhne sind dauernd gestiegen und stellen sich um 30 vH höher als im Mai.

Der Rückgang in der Eisen- und Stahlindustrie hat seine Ursache in den Kohlen- und Bergarbeiterausständen. Verschiedene Hochöfen mußten ausgeblasen werden. Die Erzeugung an Roheisen und Stahl ist gesunken, die Preise haben angezogen. Die Lage der Kupferindustrie scheint sich zu verbessern. Die in den Monaten Juni, Juli und August verfrachteten Kupfermengen sind die größten der je dagewesenen. Die Herstellungskosten für Kupfer sind dauernd gestiegen. Auch die Zinkerzeugung und die Verfrachtungen von Zink waren sehr hoch. Ebenso ist die Erzeugung von Automobilen nicht unbeträchtlich gestiegen. Im August 1922 wurden rd. 247 000 Personenfahrzeuge und rd. 24 000 Frachtwagen hergestellt, im ganzen rd. 93 800 Automobile mehr als im August 1921. Die Erzeugung und der Verbrauch von Petroleumerzeugnissen scheinen ständig zu wachsen.

Die chemische Industrie, namentlich diejenige, die sich mit Farbstoffen und anderen synthetischen organischen Stoffen beschäftigt, wurde dadurch stark beunruhigt, daß die Regierung die von der Chemical Foundation während des Krieges erworbenen deutschen Patente, auf die die Foundation Unternehmern Lizenzen erteilte, zurückforderte. Der Ausgang ist noch unentschieden. Eine Einfuhrsperre, die die Farbstoffindustrie für fremde Erzeugnisse durchzusetzen versuchte, wurde nicht angenommen, doch wurden diese mit höheren Einfuhrzöllen belegt, ohne daß die Industrie sich damit befriedigt erklärte.

Die Erzeugung an Holz war im Juli und August sehr beträchtlich, namentlich an der pazifischen Küste. Eine Besonderheit in der Holzindustrie ist, daß viele bis dahin stilliegende Sägemühlen die Tätigkeit wieder aufnehmen, sobald die Nachfrage nach Holz wächst und die Preise ansteigen, daß aber infolgedessen der Markt sehr schnell mit großen Holzmengen überschwemmt wird und dann bei den fallenden Preisen die Industrie aufhört, gewinnbringend zu arbeiten. Dieser Fall ist auch jetzt wieder eingetreten. Die Holzerzeugung überschreitet zurzeit die vor dem Kriege.

Auch die Beschäftigung der Baumwollspinnereien ist recht befriedigend. Während der Preis für Rohbaumwolle gesunken ist, ist der der Baumwollerzeugnisse gestiegen. Ebenso ist die Lage in der Seidenindustrie recht hoffnungsvoll. In der Wollindustrie haben sich die Verhältnisse wenig geändert. Am 1. September waren 82,9 vH aller Wollspindeln und 74,8 vH aller Garnspindeln im Gang; die Anzahl der im Betrieb befindlichen Webstühle betrug 65 vH für feste Stoffe, 70 vH für lose Stoffe; von den Teppichwebstühlen wurden rd. 80 vH betrieben. Die Tabakindustrie weist wesentliche Verbesserungen gegenüber der vergangenen Zeit auf, namentlich bewegt sich die Zigarettenerzeugung in aufsteigender Linie. Der Höchststand von 51 800 Mill. Zigaretten, der im Vorjahre erzielt wurde, wird voraussichtlich noch übertroffen werden.

Die Ernte an landwirtschaftlichen Erzeugnissen steht im ganzen Lande weit über dem Durchschnitt, ihr Wert wird auf der Grundlage der im Jahre 1921 gezahlten Preise auf wenigstens 6,6 Milliarden Dollar geschätzt.

Die günstige Geschäftslage in den Vereinigten Staaten zeigt sich übrigens auch darin, daß die Zahl der Zahlungseinstellungen von Handelsfirmen zurückgegangen ist, wobei auch die Höhe der Verbindlichkeiten niedrigere Ziffern aufweist. Sie ist ferner daran kenntlich, daß trotz des Kohlen- und Bergarbeiterausstandes die Zahl der Eisenbahnwagenladungen gewachsen ist, also eine vermehrte Beförderung von anderen Frachtgütern als Kohle stattgefunden hat. Die Nachfrage nach Eisenbahnwagen erreichte Ende September eine solche Höhe, daß ein starker Wagenmangel entstand und verschiedene Industrien nicht imstande waren, alle ihre Erzeugnisse fortzuschaffen. Ein großes Stahlwerk mußte aus diesem Grunde sogar den Betrieb einschränken. Für viele nicht lebenswichtige Güter wurde von den Eisenbahnen eine Sperre verhängt.

Trotz des Eisenbahnarbeiterausstandes, und obwohl große Einnahmen wegen des Kohlenarbeiterausstandes ausblieben, hat sich das Reineinkommen der Eisenbahnen bis August nicht sehr vermindert. Auch der Eisenbahnbetrieb ist durch den Ausstand nicht wesentlich gestört worden. Während am 1. Juli 18 vH der Eisenbahnwagen und 23 vH der Lokomotiven als reparaturbedürftig gemeldet wurden, betrug die Zahl dieser Wagen am 15. September nur 14 vH, die der Lokomotiven nur 20 vH. Die Zahl der Wagenladungen vermehrte sich.

Das neue am 22. September in Kraft getretene Tarifgesetz ist von außerordentlichem Einfluß auf Handel und Industrie. Es wird sich erst in einigen Monaten völlig geltend machen. Bevor es in Kraft trat, wurden große Warenmengen aus den Warenhäusern ins Land gebracht. Seitdem ist die Einfuhr völlig gehemmt. Das Gesetz bedeutet den stärksten Schutz, der jemals gesetzlich in einem Lande eingeführt wurde. Nach dem Gesetz müssen alle eingeführten Waren auf der Grundlage des Wertes der amerikanischen Waren und nicht mehr nach fremdem Maßstabe bewertet werden. Weiter führt das Gesetz in roher Form einen beweglichen Tarif ein: Auf Empfehlung der Tarifkommission kann der Präsident ohne Anhörung des Kongresses die gesetzlich vorgesehenen Sätze um 50 vH ändern.

Was die Lage des Arbeitsmarktes betrifft, so ist der Beschäftigungsgrad sehr hoch. Da größere öffentliche Bauten im Gange sind, werden die auf dem Lande nach Beendigung der Ernte frei werdenden Arbeitskräfte voraussichtlich weitere Beschäftigung finden. Die Ford Motor Co. in Detroit war aus Mangel an Brennstoff zu größeren Arbeiterentlassungen gezwungen, konnte aber 70 000 Arbeiter wieder einstellen, nachdem ihr wieder genügend Kohle zur Fortführung des Betriebes zugewiesen wurde. In der Textilindustrie macht sich ein starker Arbeitermangel geltend, besonders weil allein in Philadelphia 58 neue Textilfabriken im Jahre 1922 entstanden sind und 61 bereits bestehende Fabriken große Erweiterungen vornahmen. Man hofft, diesem Mangel dadurch zu begegnen, daß man eine größere Anzahl von Lehrlingen einstellt, aus denen die Reihe der Arbeiter regelmäßig angefüllt werden kann.

Die Arbeitslöhne sind in allen Industriezweigen und im ganzen Lande wesentlich gestiegen und stehen namentlich in den Kohlen- und Erzbergwerken, bei den Eisenbahnen und in der Bauindustrie auf beachtenswerter Höhe. In den weniger begünstigten Industrien suchen Arbeiter und Unternehmer ihre Stellung zu befestigen. Viele industrielle Unternehmungen haben die Löhne freiwillig aufgebessert. Die Folge davon ist eine allgemeine Preissteigerung. Lohnkürzungen, die im Frühjahr von mehreren Textilfabriken vorgenommen wurden, führten zu Ausständen, die damit endeten, daß die früheren Löhne wieder gezahlt werden und die 48-Stundenwoche eingeführt wurde. Trotz des für sie ungünstigen Ausganges des Ausstandes haben die Textilfabriken im all-

Amerikanische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 99.

Letzte Werte: Kohle am 2. Januar 8,50 $/ton. Kupfer . . am 17. Januar 14,75 cts/lb Pfd. Sterling am 17. Januar 4,6525 $/£
Eisen am 2. Januar 2,35 $/100/lb Baumwolle am 17. Januar 27,60 cts/lb Mark . . . am 17. Januar 0,0050 $/M

Im Dezember hat eine beachtenswerte Senkung des Stabeisenpreises stattgefunden, während die Preise der übrigen Waren weiter langsam gestiegen sind. Der Preis für Kohle, der Anfang Dezember um 11 vH gesunken ist, hat sich gegen Ende des Monats um rd. 23 vH erhöht.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel (vergl. S. 47):
Kupfer . . am 17. Januar 6 021,00 M/kg
Baumwolle . am 17. Januar 12 752,00 M/kg
Dollar . . am 17. Januar 18 200,00 M/$
Aktienziffer am 12. Januar 421 515.

gemeinen nicht schlecht abgeschnitten, zumal ihre Vorräte an Rohbaumwolle und Fertigfabrikaten jetzt größer sind als zu Beginn des Ausstandes. Die größten Lohnaufbesserungen wurden von der United States Steel Corporation, die annähernd 156 000 Arbeiter beschäftigt, vorgenommen. Während sie im August 1921 einen Stundenlohn von 30 c für gewöhnliche Arbeit zahlte, erhalten die Arbeiter seit dem 1. September 1922 36 c für die Stunde; dies entspricht einer Aufbesserung um 20 svH. Der Tagelohnsatz ist jetzt um 80 vH höher als vor dem Kriege, jedoch um 28,9 vH niedriger als im Februar 1920, wo die bisher höchsten Löhne gezahlt wurden. Diese Lohnerhöhungen müssen unbedingt auf andere Zweige der Industrie zurückwirken und in der ganzen Eisen- und Stahlindustrie zu einem Steigen der Löhne führen.

Der Streit um die abgekürzte Arbeitszeit ist noch im Gange. Nicht nur im Textil- und Buchdruckergewerbe haben sich die Arbeiter für diese eingesetzt, sondern auch in der Eisen- und Stahlindustrie ist man gegen den 12stündigen Arbeitstag zugunsten der Einführung von 3 Arbeitsschichten zu je 8 Stunden vorgegangen. In der Textilindustrie hat die 48-Stunden-Woche den Erfolg gehabt, daß sowohl die Erzeugung im ganzen als auch die stündliche Arbeitsleistung geringer geworden sind. Infolgedessen sind die Preise gestiegen, die Nachfrage hat nachgelassen, und der Beschäftigungsgrad der Fabriken ist gesunken. Die Einführung der abgekürzten Arbeitswoche ist wegen des fremden Wettbewerbs so lange nicht möglich, als sie nicht international festgelegt ist.

Was die Beziehungen zwischen Arbeitnehmern und Arbeitgebern betrifft, so ist oben bereits über den Ausgang der im Jahre 1922 vorgekommenen Ausstandbewegungen das Wichtigste angeführt. Die Kohlenindustrie befand sich den Arbeitern gegenüber von Anfang an deshalb in einer schlechten Lage, weil es zu viel Kohlengruben und zu große Massen organisierter Kohlenarbeiter gibt und nur ein Teil der Gruben zusammengeschlossen ist, während andere außerhalb jeder zusammenhängenden Organisation stehen. Dazu kommt, daß verschiedene Gruben kaum einen Gewinn abwerfen oder sogar mit Verlust arbeiten und ein wilder Wettbewerb zwischen den Unternehmern besteht. Die Arbeiter der Anthrazitgruben erreichten durch den Ausstand einen um 193 vH höheren Lohn als 1914, während die Bergleute der Weichkohlengruben die Beibehaltung der hohen während des Krieges gezahlten Löhne erreichten und für alle wichtigeren Kohlenfelder ihnen genehme Arbeitsbedingungen durchsetzten. Die hohen Löhne müssen natürlich den Preis der Kohle beeinflussen und die Erzeugerkosten der gesamten Kohle verbrauchenden Industrie vergrößern.

Der Ausstand der Eisenbahnarbeiter, der seinen Ausgang von einer durch das U. S. Railroad Labor Board verfügten Lohnkürzung um 10 vH nahm, endete nicht nur damit, daß die Arbeiter sich diese Kürzung gefallen lassen mußten, sondern vor allem auch damit, daß die einzelnen Eisenbahnunternehmungen das Recht zurückgewannen, ihre Beziehungen zu den Angestellten selbständig zu ordnen und dementsprechend auch die Arbeitsbedingungen festzusetzen. Ferner verloren die streikenden Arbeiter bei ihrer Wiedereinstellung ihre Altersprivilegien, d. h. sie mußten auf die Verwendung in Tagarbeit, bessere Löhne, bessere Stellungen, Beförderungen und andere Vorteile, für die die Länge der Dienstzeit ausschlaggebend ist, verzichten. Es sei übrigens noch erwähnt, daß, während sonst die Streitigkeiten zwischen Arbeitnehmern und Arbeitgebern auf der Grundlage ausgefochten wurden, einen gerechten und vernünftigen Lohn zu erzielen, die Eisenbahnarbeiter diesmal einen Mindestlohn zu erkämpfen suchten, der zur Bestreitung der Lebenshaltungskosten einer ganzen Familie erforderlich ist. Weiter ist bemerkenswert, daß der Oberstaatsanwalt während des Ausstandes den Arbeitern und ihren Führern jede Handlung verbot, die eine Störung des ordnungsmäßigen Eisenbahnbetriebes herbeigeführt hätte, eine Verfügung, gegen die natürlich seitens der Arbeiter auf das heftigste Sturm gelaufen wurde, und die auch jetzt noch die Gemüter heftig erregt.

Die schweren nun zu Ende gelangten Streitigkeiten haben den Präsidenten veranlaßt, eine Kommission zum Studium der Lage in der ganzen Kohlenindustrie einzusetzen, die zugleich Vorschläge für ihre Neuordnung machen soll. Die Ernennung dieser Kommission ist ein bedeutsamer Schritt vorwärts zur Lösung der schwierigen, sich um die Arbeiterstreitigkeiten gruppierenden Fragen.

Die Kosten der Lebenshaltung haben sich in den letzten Monaten wenig geändert. Die Preise lagen Mitte August etwa 54 vH höher als im Juli 1914 und waren um 21,40 vH niedriger als im Juli 1920, wo die Preissteigerung seit 1914 ihren Gipfelpunkt erreichte. Die sinkenden Kleinhandelspreise für Nahrungsmittel wurden durch die erhöhten Brennstoffkosten, die sich während des Kohlenarbeiterausstandes ergaben, wieder wett gemacht. Inzwischen haben die Großhandelspreise etwas angezogen, ohne daß sich dies im Kleinhandel bereits bemerkbar gemacht hätte.

Die Lage des Geldmarktes kennzeichnete sich in den letzten Monaten durch niedrigen Zinsfuß, große Kreditmöglichkeit, wachsende Reserven an barem Gelde und neue Kapitalinvestierungen. Die Anleihen der Banken wuchsen an, der Notenumlauf stieg, nicht so sehr wegen des in dieser Jahreszeit üblichen Geldbedarfs der Landwirtschaft, sondern weil die geschäftliche Tätigkeit als solche zunahm. Bemerkenswert ist, daß amerikanisches Kapital mehr und mehr in fremden Werten Anlage sucht, namentlich in fremden körperschaftlichen Unternehmungen, was darauf hindeutet, daß der amerikanische Geldmarkt als Quelle für Kapitalbeschaffungen immer größere Bedeutung gewinnt.

Der Außenhandel ist in den letzten Monaten beträchtlich gestiegen, der übliche Rückschlag in den Sommermonaten hat sich nicht eingestellt. Dieses namentlich im August bemerkbare Anwachsen ist darauf zurückzuführen, daß man noch vor dem Inkrafttreten des Tarifgesetzes möglichst große Warenmengen einzuführen trachtete. Man hält es übrigens für wahrscheinlich, daß das Tarifgesetz zu einer Vergrößerung der Einnahmen der Regierung auf Kosten des Handels führen wird. [W 166]

Die Umwandlung der Danziger Werft.

Da nach den Bestimmungen des Friedensvertrages das Eigentum des Deutschen Reiches und des preußischen Staates von den alliierten Mächten an Polen und Danzig verteilt werden sollte, hatte die deutsche Reichsregierung nach Kriegsende die Schließung des Betriebes der Danziger Reichswerft in Aussicht genommen. Um aber der Stadt Danzig die Werft zu erhalten und auch eine wesentliche Zunahme der Arbeitslosenzahl in Danzig zu vermeiden, kam im Laufe des Jahres 1919 zwischen der Stadt Danzig und der deutschen Regierung ein Abkommen zustande, auf Grund dessen die Stadt die Werft, die große Eisenbahninstandsetzungswerkstätte und die Artilleriewerkstätten zu treuen Händen übernahm und vom Reiche einen einmaligen Zuschuß von 5 Mill. ℳ erhielt. Da die ständig wachsenden Unkosten — Ende Dezember 1922 wurde der Geldbedarf der Werft vom Generaldirektor Prof. Noé auf 2,5 Milliarden ℳ im Monat, das sind 30 Milliarden ℳ jährlich geschätzt — der Stadt die Aufrechterhaltung des Betriebes auf die Dauer unmöglich gemacht hätten, sind die Werft sowie die Eisenbahnwerkstätte Ende Dezember in den Besitz einer internationalen Gesellschaft übergegangen, die zu je 40 vH aus englischem und französischem und zu je 10 vH aus Danziger und polnischem Kapital besteht. Durch diese Umwandlung wird der weitere Bestand der Werft voraussichtlich auf die Dauer gesichert sein. [W 162]

BÜCHERSCHAU.

(Die Schlüsselzahl, mit der die angegebene Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 700).

Zerkleinerungs-Vorrichtungen und Mahlanlagen. Von Civiling. C. Naske. 3. Aufl. Leipzig 1921, Otto Spamer. 339 S. mit 415 Abb.

Das Werk hat mit der neuen Auflage, wie der Verfasser im Vorwort hervorhebt, eine sehr erwünschte Erweiterung insofern erfahren, als ein besonderer Abschnitt über die Fördervorrichtungen hinzugefügt wurde. — Auch in andern Abschnitten sind wertvolle Ergänzungen zu verzeichnen, die zum Teil inzwischen herausgekommene Neukonstruktionen von allgemeinem Interesse behandeln. Aus dem ersten Abschnitt sind zu erwähnen die Vorbrecherkonstruktionen, die im besondern der Zerkleinerung von Koks und Kohle dienen, sowie einige unter H. Schroter behandelte neue Ausführungen von Hammer- bezw. Schleudermühlen. Der Verfasser weist bei Beschreibung dieser Typen darauf hin, daß sie ihre Entstehung dem Bestreben verdanken, eine einzige Vorrichtung zu schaffen, die den sonst üblichen stufenförmigen Zerkleinerungsvorgang, das Vorbrechen, Grob- und Feinschroten, in einer einzigen Maschine vornimmt. Die Hammer- oder Schlägermühlen haben in den letzten Jahren namentlich in denjenigen Industrien, in denen mittelharte und weiche Stoffe verarbeitet werden, eine namhafte Verbreitung gefunden, sie kommen neuerdings jedoch auch für härtere Stoffe mehr und mehr in Aufnahme und, was wesentlich ist, durch entsprechende Konstruktionsänderung auch als reine Vorbrechmaschinen an Stelle der bisher gebräuchlichen Backenbrecher, denen sie durch erheblich größere Maulweite, höhere Leistungsfähigkeit und Unempfindlichkeit gegen schmierende Materialien überlegen sind. Diese Ausführungsarten werden in Zukunft neben den Backenquetschen und Kegelbrechern in das Kapitel I Vorbrecher mit einzureihen sein.

Als wertvollste Ergänzung der dritten Auflage ist unzweifelhaft das Kapitel V, Fördervorrichtungen anzusehen. Obschon diese Hilfsgeräte in Rücksicht auf die ganze Anlage des Werkes, das ja in erster Linie die Kenntnis der maschinellen Hilfsmittel, welche die Zerkleinerungs- und Mahlarbeit vornehmen, vermitteln soll, nicht erschöpfend behandelt werden konnten, bringt es doch auf kaum 30 Seiten unter Fortlassung alles Überflüssigen ein ausgesucht wertvolles Material, das bei eingehendem Studium die fachmännischen Erfahrungen erkennen läßt, über welche der Verfasser unbestreitbar auch auf diesem Gebiete verfügt.

Auch das Kapitel VI, Entstäubung der Arbeitsräume, ist etwas erweitert und ergänzt worden. Zum ersten Mal werden auch die Einrichtungen erwähnt, welche die Niederschlagung von Staub aus Gasen durch elektrische Ströme bewirken. Die unbestreitbar großen Erfolge, welche die elektrischen Entstaubungsanlagen in den letzten Jahren bezw. Monaten, also zum Teil nach Drucklegung des Werkes, zu verzeichnen hatten, konnte der Verfasser naturgemäß noch nicht berücksichtigen. Wenn wir auf diesem Gebiet auch erst im Beginn der Entwicklung stehen, so läßt sich doch schon übersehen, daß wir es hier mit Einrichtungen zu tun haben, die bei einer Neuauflage des Werkes zweifellos einen erheblich weiteren Raum einnehmen werden. Bei einer solchen Neuauflage erscheint es mir wünschenswert, daß ein Teil der Zeichnungen, die der Beschreibung vollständiger Anlagen beigegeben sind, dadurch etwas klarer gehalten wird, daß darin auf Darstellung mancher nebensächlicher Einzelheiten verzichtet wird.

Auch ein Druckfehler, der sich aus der früheren Auflage wieder mit eingeschlichen hat, bedarf dann einer Richtigstellung. Es handelt sich um die Endformel bei dem Beispiel auf Seite 5, bei der die Klammerwerte nicht richtig wiedergegeben sind.

[1151] Soiné.

Neue Grundlagen für die Berechnung der Geschiebeführung in Flußläufen. Von Dr. F. Schaffernak. (Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau im Bundesministerium für Handel und Gewerbe, Industrie und Bauten über ausgeführte Versuche, 4. Folge.) Leipzig und Wien 1922, Franz Deuticke. 48 S. mit 30 Abb.

In der vorliegenden Untersuchung ist der Geschiebebetrieb als Funktion der Sohlengeschwindigkeit eingeführt. Wenn auch die Bezugnahme auf die Sohlengeschwindigkeit an sich nicht erwünscht ist, so war sie doch durch die Versuchsanordnung bedingt. Die Sohlenge-

schwindigkeit wird als Abhängige der Wassertiefe oder des Wasserstandes ermittelt und eine Schätzungsformel für den Geschiebebetrieb entwickelt. Eine Erörterung des Rechnens mit Geschiebemengen und seiner Anwendung beschließt die gehaltvolle Abhandlung. Die geschickt durchgeführten Versuche sind, was besonders wertvoll, mit gleichlaufend bewirkten Aufnahmen in der Natur verbunden. Wir können dem Vorschlag des auf dem Gebiet der Versuchstechnik bewährten Verfassers nur darin beipflichten, daß die staatlichen Behörden die Flußbaulaboratorien als amtliche Sammelstellen für die Ergebnisse solcher Erhebungen benutzen.

[1484] H. Engels.

Vorlesungen über technische Mechanik. Von Dr. phil. Dr.-Ing. A. Föppl. 5. Band. Die wichtigsten Lehren der höheren Elastizitätstheorie. 4. Auflage. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner. XII. u. 372 S. mit 44 Abb.

Bei Bearbeitung der vorliegenden neuen Auflage des für den mathematisch geschulten Ingenieur besonders interessanten fünften Bandes, der seit längerer Zeit im Buchhandel gefehlt hat, hat der verdienstvolle Verfasser es grundsätzlich vermieden, mit dem Stoff erheblich über den früheren Rahmen des Werkes hinauszugehen, obwohl er eine größere Anzahl neuer wissenschaftlicher Arbeiten inzwischen abgeschlossen hat. Das hat seinen Grund darin, daß er in dem gemeinsam mit seinem Sohne Ludwig Föppl verfaßten zweibändigen Werke „Drang und Zwang"[1]) das behandelt hat, was andernfalls hätte hinzugefügt werden können. Der vorliegende Band und die beiden Bände des letztgenannten Werkes, auf das übrigens häufig hingewiesen ist, lassen sich in der Tat gut nebeneinander benutzen, da sie vielfach einander ergänzen und manche schwierigen Aufgaben der Festigkeitslehre von verschiedenen Gesichtspunkten aus behandeln. Neue Ergebnisse von praktischer Bedeutung für den Maschinenbauer bringt die vierte Auflage von Band 5 u. a. in einer auf Versuchen beruhenden angenäherten Ermittlung des Drillungswiderstandes J der einfachen Walzeisen, insofern deren Querschnitt als eine Zusammenfügung schmaler Rechtecke angesehen werden kann, wobei Föppl nachweist, daß die Langseiten dieser Rechtecke als unendlich groß gegenüber den Schmalseiten gelten dürfen. Für derartige Querschnitte versagt die gewöhnlich zur Bestimmung von

$$J = \frac{M}{\vartheta G}$$

benutzte bekannte Formel von de Saint Venant:

$$J = \frac{F^4}{40\, J_p};$$

dagegen läßt sich mit großem Nutzen die Formel anwenden:

$$J = \eta \cdot \frac{1}{3} \sum a^3 b,$$

wo a die Schmalseite, b die Langseite je eines Rechtecks und η eine aus Versuchen zu entwickelnde Berichtigungsziffer bedeutet, deren Wert je nach der Gestalt des Querschnitts zwischen 1 und 1,47 schwankt[2]). Die größte Drehungsspannung tritt in dem Rechteck auf, dessen Schmalseite a am größten ist.

Eine besondere Behandlung hat die Drillung von Stäben bei behinderter Querschnittswölbung, und zwar für den elliptischen Querschnitt, erfahren. Interessant ist der Hinweis, daß die Theorie des Ringgeschützes sich auf die Festigkeitsberechnung von gepanzerten Druckschächten und Druckstollen anwenden läßt, wie sie für Wasserkraftanlagen bei großen Druckhöhen geplant oder ausgeführt werden.

Von einer eingehenden Angabe des Inhaltes darf hier abgesehen werden; es sei nur erwähnt, daß in den sechs Abschnitten des Bandes außer der Drehungsfestigkeit auch eine Menge anderer praktisch wichtiger Probleme behandelt werden, wie beispielsweise die Elastizität der Scheiben und Platten, die Eigenspannungen, die Wärmespannungen, die Theorie der Härte (nach Hertz) und die Walzenlager, die Spannungsverteilung in durchlochten Zugstäben, Erddruck, Sprödigkeit der Steine u. a. m. Daß die früher gebrachte Formelzusammenstellung als entbehrlich weggelassen ist, kann man nur gutheißen, zumal da hierdurch, in Verbindung mit gedrängterem Satz, der Umfang des Buches trotz der verschiedenen Zusätze erheblich vermindert werden konnte.

Das Studium des Buches ist, wie das aller Veröffentlichungen A. Föppls, für den mathematisch ausreichend vorgebildeten Ingenieur schon wegen der meisterhaften, klaren Sprache und der schlichten, glatten Behandlung selbst recht verzwickter Aufgaben ein hoher Genuß. Und selbst dem, der vor der Durcharbeitung schwieriger mathematischer Entwicklungen im einzelnen zurückschreckt und sich mit der Erfassung des allgemeinen Ganges der Untersuchungen begnügt, wird das Werk von großem Nutzen sein können, da die Ergebnisse von allgemeinem Interesse sind. Einer besonderen Empfehlung bedarf hiernach das neueste Buch Föppls nicht.

[1500] Laskus.

Die Transformatoren. Von Prof. Dr. G. Benischke. 15. Heft der „Elektrotechnik in Einzeldarstellungen". 2. Aufl. Braunschweig 1921, Friedr. Vieweg & Sohn. 277 S. mit 232 Abb.

Zur Umwandlung von Wechselströmen gegebener Spannung in Ströme derselben Frequenz, aber andrer Spannung dienen die Transformatoren, deren Wirkungsweise, Konstruktion, Schaltung, Prüfung und Berechnung in dem Buche von Benischke behandelt wird. Dabei werden nur die Grundgesetze der Elektrizitätslehre vorausgesetzt und die theoretischen Untersuchungen mit einfachsten Mitteln durchgeführt. Alle wichtigen Fragen des Transformators werden berührt, aber nicht immer erschöpfend behandelt, was bei dem geringen Umfang des Buches auch nicht erwartet werden kann.

Bei der Entwicklung der Theorie des Transformators geht der Verfasser von den Induktivitäten (Induktionskoeffizienten) aus, um nach Aufstellung der Spannungsgleichung das Diagramm des Transformators eingehend zu behandeln, das für zahlreiche Sonderfälle aufgezeichnet wird. Hieran schließen sich Einzeluntersuchungen, die für das Verhalten des Transformators wichtig sind. Sehr ausführlich werden dann der Aufbau des Transformators und Konstruktionseinzelheiten besprochen und an der Hand von Lichtbildern ausgeführter Transformatoren, die leider nicht immer alle Einzelheiten deutlich erkennen lassen, erläutert. Hierauf werden die theoretischen Grundlagen für die Vorausberechnung der Erwärmung behandelt, und es wird ihre Anwendung auf Transformatoren im Dauerbetrieb, im aussetzenden Betrieb und bei wechselnder Belastung gezeigt. In einem „Schaltung und besondere Anwendungen" überschriebenen Kapitel werden die Schaltungen der Dreiphasen-Transformatoren, Parallelbetrieb und verschiedene Sonderfälle, z. B. Spartransformator und Reguliertransformator, behandelt. Es folgt dann eine Beschreibung der wichtigsten experimentellen Untersuchungen, die zur Beurteilung des Transformators auszuführen sind. Das letzte Kapitel ist der Berechnung der Transformatoren gewidmet.

Die Darstellung ist im allgemeinen einfach und klar. Im einzelnen läßt sich allerdings manches einwenden, wofür einige Beispiele angegeben seien:

Der magnetische Fluß wird stets mit „Feld" bezeichnet[1]). Im resultierenden Feldbild der Fig. 2 ist die Unterscheidung zwischen primären und sekundären Feldlinien willkürlich und daher irreführend. In der Anmerkung auf S. 80 wird behauptet, daß sich die wattlose Komponente der Wirbelströme nicht berechnen lasse, S. 90, daß die Frequenz keinen Einfluß auf die Stromwärme, also auf den Wirkwiderstand der Wicklung habe, und auf S. 255, daß die zusätzlichen Verluste sich nicht berechnen lassen, wobei in erster Linie die zusätzlichen Kupferverluste gemeint sind, wie aus dem Text hervorgeht.

Irrtümlich ist die Auffassung, daß sich die Abhängigkeit der Spannungsänderung von der Stromstärke bei konstantem Leistungsfaktor nicht durch ein Diagramm darstellen lasse (S. 57); denn aus dem Heylandschen Kreisdiagramm, das im Buche nicht dargestellt wird, läßt sich diese Abhängigkeit ablesen. Ferner, daß der Magnetisierungsstrom bei Zickzackschaltung größer sei, als bei gewöhnlicher Schaltung (S. 201); denn bei derselben magnetischen Beanspruchung des Eisenkerns ist bei Zickzackschaltung die Windungszahl in demselben Verhältnis größer, wie der Wicklungsfaktor kleiner ist als bei der gewöhnlichen Wicklung. Zu bestreiten sind auch die Auffassungen, daß bei Dreieckschaltung Oberwellen dritter Ordnung in der Netzspannung auftreten können (S. 202), und daß durch Umdrehen der Spulen auf dem Kern sich der Wicklungssinn ändere (S. 203). Die Bemerkung auf S. 259, daß der hundertteilige Spannungsabfall von der Frequenz unabhängig sei, gilt nur dann, wenn bei derselben Leistung des Transformators der Induktionsfluß umgekehrt proportional der Frequenz ist. Setzt man dagegen denselben Induktionsfluß voraus, wie es doch wenigstens annähernd der Wirklichkeit entspricht, so muß bei derselben Klemmenspannung die Windungszahl oder bei derselben Windungszahl der Strom umgekehrt proportional der Frequenz sein. In beiden Fällen ergibt sich, daß der hundertteilige Spannungsabfall umgekehrt proportional der Frequenz ist. Transformatoren kleiner Frequenz haben also unter sonst gleichen Verhältnissen größere Streuung als die großer Frequenz.

Es wäre zu begrüßen, wenn der Verfasser sich bei Neuauflagen des Buches möglichst der Begriffsbezeichnungen und der Formelzeichen des AEF bedienen würde.

[1475] R. Richter.

Krankheiten des Blei-Akkumulators. Von F. E. Kretzschmar. Zweite Auflage. München 1922, R. Oldenbourg. 176 S.

Es sind im Laufe der Jahre zahlreiche Bücher erschienen, die sich allgemein mit der Theorie, der Bauart oder der Anwendung elektrischer Sammler beschäftigen, während deren eigentlicher Behandlung nur geringer Raum zugemessen ist. In dem vorliegenden Buche nun hat sich der Verfasser die Aufgabe gestellt, gerade dieses Gebiet zu bearbeiten, indem er die Krankheiten, die bei einem arbeitenden Akkumulator auftreten können, beschreibt, ebenso aber auch ausführlich die Mittel angibt, wie diese Krankheiten zu beheben und zu vermeiden sind.

Nach kurzer Einleitung wird über den Zweck des Akkumulators, seine Ladung und Entladung und seinen Wirkungsgrad das Notwendige gebracht. Eingehend werden dann die Fehler besprochen, die bei falscher Bedienung des Akkumulators entstehen können, insbesondere wird dargelegt, welche Störungen durch zu geringe Ladung, durch zu starke Überladung, durch Teilentladungen, durch Kurzschlüsse, durch falsches Säuregewicht und dergl. veranlaßt werden können, und weiter wird darauf hingewiesen, daß Krankheiten des Akkumulators fälschlich oft deshalb vermutet werden, weil Messungen unrichtig angestellt, der Akkumulator unrichtig geschaltet ist oder andere leicht vermeidbare Mißgriffe bei Aufstellung oder Behandlung vorkommen. Im zweiten Kapitel wird eingehend an Hand einiger praktischer Beispiele gezeigt, wie Störungsursachen verschiedener Art sicher festgestellt werden können. Es wird also gewissermaßen eine Diagnose der etwa möglichen Krankheiten gegeben, während dann im dritten Kapitel die Heilmittel für die Beseitigung der auftretenden Störungen und im Schlußteil endlich Vorschläge für die Verhütung von Störungen gegeben werden.

---

[1]) Besprochen in Z. 1920 S. 2066.

[2]) Für den +-Querschnitt hat sich später gemäß Z. 1922 S. 827 $\eta = 1,17$ ergeben.

[1]) Vergl. AEF, Feld und Fluß, ETZ 1914 S. 661.

An Hand einfacher klarer Rechnungsbeispiele und vieler schematischer Zeichnungen werden die Vorgänge, um deren Besprechung es sich in dem Buche handelt, anschaulich gemacht. Theoretische Vorkenntnisse werden kaum vorausgesetzt; vielmehr will das Buch jedem Praktiker die Möglichkeit geben, ohne weiteres die wichtigsten Vorgänge beim Akkumulator zu beurteilen und die Bedienungsvorschriften, die jeder Batterie beigegeben werden, recht zu verstehen und richtig anzuwenden.

Da das Buch demnach dazu dienen will, in erster Linie besseres Verständnis und bessere Behandlung für den Akkumulator zu schaffen, und da die Behandlungsvorschläge in eine klare, für jedermann verständliche Darstellung gekleidet sind, so kann das Buch durchaus als wirkliche Bereicherung der Akkumulatoren-Literatur angesehen werden und gerade den Praktikern warm empfohlen werden. [1459]

Berlin. Dr. Beckmann.

Jahrbuch der angewandten Naturwissenschaften 1920—1921. 32. Jahrgang. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Dr. August Schlatterer. Freiburg i. Br. 1922, Herder & Co. G. m. b. H. 394 S. mit 127 Abb. auf 20 Tafeln und im Text.

Der mit Spannung erwartete 32. Band des angesehenen Jahrbuchs hat sich trotz der Ungunst der Verhältnisse auf der Höhe der früheren Jahrgänge gehalten. Der in einem halben Tausend Einzelfragen dargebotene reiche Inhalt erstreckt sich über alle Gebiete der praktischen Naturwissenschaften und wird jeder Neigung gerecht. Allgemeines Interesse dürften z. B. die Kapitel über moderne Pflanzenzüchtung, den drahtlosen Überseeverkehr und über das bedeutungsvolle Thema „Konstitution und Disposition beim Menschen“ finden. Dem Erfinder gibt der Abschnitt „Für die Praxis“ wertvolle und den heutigen Vorschriften entsprechende Hinweise für die Anmeldung von Patenten, Gebrauchsmustern und Warenzeichen. Die Ausstattung mit Tafeln und Textbildern ist der der früheren Bände ebenbürtig. Wer unterrichtet sein will, was im Jahr 1920/21 auf irgendeinem Gebiet der Naturwissenschaften ausschließlich der Technik Neues geschaffen worden ist, der greife getrost nach dem Jahrbuch. Er wird in kurzen Überblicken das Wichtigste in guter und klarer Darstellung finden, wenigstens aber Anregung für tieferes Eindringen erhalten. Ob der Abschnitt über Anmeldung von Patenten, Gebrauchsmustern und Warenzeichen gerade in einem Jahrbuch gesucht werden wird, kann zweifelhaft sein.

Die Wärmewirtschaft des Hausbrandes im Unterricht unserer Schulen. Im Auftrag des Reichskohlenrates bearbeitet von J. Riedl. Herausgegeben von der Bayer. Landeskohlenstelle München, Leopoldstr. 4. München 1922, Johannes Albert Mahr. 100 S. mit 35 Abb.

Um die uns für die nächste Zukunft aufs dringendste angehenden wärmetechnischen Fragen, wie sie in Haus, Zimmer und Küche auftreten, dem Verständnis weiterer Kreise näher zu bringen, sind die Volksschulen, in deren Lehrpläne sie ohne Mühe und Zeitverlust aufgenommen werden können, am ehesten berufen. Das diesem Zweck dienende Buch ist durch Zeichnungen und Zahlentafeln sowie den knappen Text so anschaulich gehalten, daß es auch der weniger Erfahrene mit Nutzen bei den Nöten des täglichen Lebens lesen wird.

Werkstattbücher Heft 13: **Neuere Schweißverfahren.** Von Dr.-Ing. P. Schimpke. Berlin 1922, Julius Springer. 56 S. mit 60 Abb. und 2 Zahlentafeln. Preis Gz. 1.

Leitfaden für Eisenhütten-Laboratorien. Von Prof. A. Ledebur. 11. Aufl. Bearbeitet von H. Kinder und A. Stadeler. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn, A.-G. 182 S. mit 21 Abb.

Das bekannte Buch ist bereits bei der vorigen Auflage von den beiden genannten Fachleuten neu bearbeitet herausgegeben worden, wobei es dem jüngsten Stande der Forschung und Praxis entsprechend nicht unwesentlich verändert und ergänzt worden ist. Die grundlegenden Arbeiten der Chemikerkommission des Vereines deutscher Eisenhüttenleute sind dabei sorgfältig berücksichtigt worden. Die vorliegende 11. Auflage ist, von einigen weiteren Ergänzungen abgesehen, ein unveränderter Abdruck der vorigen, da zu tiefergehenden Änderungen kein Anlaß vorlag.

Sammlung Vieweg, Heft 43: **Feuerfeste und hochfeuerfeste Stoffe.** Von Prof. Dr. K. Schwarz. 2. Aufl. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn, A.-G. 52 S. mit 10 Abb. Preis Gz. 2.

Chemische Technologie in Einzeldarstellungen. **Die Schwelteere, ihre Gewinnung und Verarbeitung.** 2. Aufl. Von Dr. W. Scheithauer und Prof. Dr. E. Graefe. Leipzig 1922, Otto Spamer. 258 S. mit 84 Abb. Preis Gz. 8, geb. 12.

Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim-Ruhr. **Untersuchung der festen Brennstoffe mit besonderer Berücksichtigung ihrer flüchtigen Bestandteile.** Von Dipl.-Ing. W. Fritsche. Essen 1922, W. Girardet. 99 S.

Die Beurteilung der Kohlen nach ihrer Ergiebigkeit an Urteer, Halbkoks und Urgas und die nähere Untersuchung dieser Punkte führt sich immer mehr ein, so daß die Schrift, die eine vollständige Übersicht über die Brennstoffuntersuchung nach den bekannten Verfahren gibt, allen denen, die die Kohlen von diesem Gesichtspunkte betrachten, erwünscht sein wird.

Handbuch der Zementwaren- und Kunststeinindustrie. Von Ing. E. Probst. 2. Aufl. Halle a. S. 1922, Carl Marhold. 516 S. mit 11 Tafeln, 54 Zahlentafeln und 175 Abb. Preis Gz. 10.

Nachdem sich der Zement- und Kunststein im Baugewerbe und der Industrie infolge der äußeren ungünstigen Verhältnisse unseres Landes und durch die diesen Stoffen eigenen Vorteile durchgesetzt hat, lag das Bedürfnis nach einem Handbuch der Herstellung und Verwertung der neuen Steine in der Luft. Die erste Auflage war denn auch in wenigen Monaten vergriffen, wodurch die Brauchbarkeit des Buches bestätigt ist. Die neue Auflage kann mit Stolz auf die immer weiter um sich greifende Verwendung des Zementsteines hinweisen.

Die Werkstatt. Bd. 59. **Kunststein- und Mörtelindustrie.** Von Studienrat H. Issel. Leipzig 1922, Bernh. Friedr. Voigt. 161 S. mit 64 Abb.

Sozialpsychologische Forschungen, 2. Band: **Werkstattaussiedlung.** Untersuchungen über den Lebensraum des Industriearbeiters. Von E. May, M. Grünberg und E. Rosenstock. Berlin 1922, Julius Springer. 286 S. Preis Gz. 6.

Sammlung Göschen. Bd. 851 und 852. **Psychologie der Berufsarbeit und der Berufsberatung (Psychotechnik).** Von Prof. Dr. Th. Erismann und Dr. M. Moers. Berlin und Leipzig 1922. Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. I. Teil. 109 S. mit 1 Tafel, II. Teil. 114 S.

Der Weg zu neuer Weltreform und neuer Kultur. Von R. Richter. Wien und Leipzig 1922. Anzengruber-Verlag. 56 S.

Das Problem des Weltgeschehens. Von G. Nierode. Guben 1922, Selbstverlag des Verfassers.

Ausgehend von den Energien, deren er drei: Elektrizität, Nord- und Südmagnetismus annimmt, als dem Urzustand aller uns umgebenden Erscheinungen, kommt der Verfasser zu einer Schöpfung und Entwicklung der Welt, die soweit von allem Bekannten und Anerkannten abseits liegt, daß man ihm entweder nur blindlings glauben kann oder nach einer auf Tatsachen oder logischen Schlüssen beruhenden Begründung fragen müßte, die auf dem knappen Raum von 107 Seiten nicht gegeben werden konnte.

Weltanschauung und Technik. Von Dr. V. Engelhardt. Leipzig 1922, Felix Meiner. 88 S. Preis Gz. 1.5.

Der hohe Wert des Buches, das das Verhältnis der Philosophie zur modernen Technik beleuchten will, liegt in der lichtvollen Darstellung der Entwicklung unserer neueren Technik, von Naturalismus und Materialismus ausgehend, beeinflußt vom Darwinismus, Monismus, Positivismus usw. bis zu dem seinerzeit vom Naturalismus überwundenen Idealismus zurück: „Nichts anderes als die Idee der Willensfreiheit ist das letzte Zugrundeliegende in der Geschichte der Technik, das wir suchen.“ Doch die Freiheit vom Stoff und den Kräften führt zur Bindung von den Menschen. Die Arbeiter erhalten durch die Technik eine ungeahnte Macht über ihre Mitmenschen, die sie durch Zusammenschluß ausnutzen, nicht weniger die Leiter der Betriebe, die sich zu gleichmächtigen Syndikaten zusammentun. Schließlich mündet die Technik in die Ethik, sie muß sich um den Menschen kümmern: „Wir müssen uns selbst beherrschen, wie wir die Natur beherrschen.“ Ein Ausblick auf die Stellung, die die Technik in der Kultur der Zukunft einzunehmen berufen ist, schließt das gedankenreiche Büchlein. S.

Müllerei und Mühlenbau. Von F. Kettenbach. Abt. I: Der Müller und der Mühlenbauer. 5. Aufl. Abt. II: Die Schälindustrie und Müllerei-Nebenzweige. 4. Aufl. Leipzig 1922, H. A. Ludwig Degener. 207 S. mit 188 Abb. Preis Gz. 9.

Neu bearbeitet ist die Getreidespeicherei und Reinigung im allgemeinen, der Walzenstuhl, die Auflösmaschine, Grießputzerei, Mehlmischerei, Reisschälerei, der Wert einer Wasserkraft und dergleichen. Neu hinzugekommen sind: Die Keimgewinnung, der freischwingende Plansichter, eine neuzeitliche Weizenmühle von 1200 Sack täglicher Leistung, Elektrizität, Haferflocken, weiße und braune Grütze- und Kindermehlfabrikation, Malz- und Gerste-Kaffeebrennerei, Maisgrießmüllerei, Oker und Graphitmühle.

Bibliothek der gesamten Technik, Bd. 211. Handbuch der gesamten Textilindustrie. 5. Bd.: **Die Färberei.** Von Dr. W. Zänker. 2. Aufl. Leipzig 1922, Dr. Max Jänecke. 269 S. mit 89 Abb.

Der Hauptinhalt der von dem Verfasser in der Färberei-Abteilung der Fachschule für Textilindustrie in Barmen gehaltenen Vorträge ist hier als kurze Darstellung der wichtigsten Färbverfahren und Eigenschaften der erhaltenen Färbungen ohne alle Beschreibung von Farbstoffen und Chemikalien niedergelegt.

Bibliothek der gesamten Technik, Bd. 212 (133). Handbuch der gesamten Textilindustrie. 1. Bd.: **Die Materialien der Textilindustrie.** Von Prof. K. Fiedler. 3. Aufl. Leipzig 1921, Dr. Max Jänecke. 181 S.

Zur Unterstützung des Unterrichtes und Ersetzung des Diktats ist in möglichst knapper Form das Wesentliche über die Gewinnung der Rohstoffe, die Verarbeitung, Beschaffenheit und Prüfung gesagt.

Bibliothek der gesamten Technik, Bd. 207. Handbuch der gesamten Textilindustrie. 2. Bd.: **Die Weberei.** Von Prof. E. Gräbner. 3. Aufl. Leipzig 1922, Dr. Max Jänecke. 400 S. mit 790 Abb.

In allgemein verständlicher Darstellung werden behandelt: Die Gewinnung der wichtigsten Rohstoffe und ihre Verarbeitung zu Garnen; Numerierung der Gespinste und Berechnungen für die Herstellung der Gewebe; Fadenverkreuzung; die für die Vorbereitung der Ketten- und Schußgarne nötigen Arbeiten und Maschinen; das Weben und die Vorbereitung dazu.

Berichtigung.

Z. 1923 S. 31 unter „Eingänge“ r. Sp. Z. 11 v. u. lies: M. Strucken statt M. Stucken.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 5 SONNABEND, 3. FEBRUAR 1923 BD. 67

I N H A L T :

Die Betriebswasserversorgung der Laurahüttegrube in Laurahütte (Oberschlesien).

Von Hermann Kratz, Maschinen-Inspektor, Laurahütte.

Überwindung der unzulänglichen Betriebswasserverhältnisse im engen oberschlesischen Industriebezirk durch Anlage einer Wasserversorgung aus dem Brinitzafluß; Einzelheiten der Wasserentnahme, der Leistungsführung unter schwierigen Geländeverhältnissen, der Regelung und Verteilung des Wassers

Die Versorgung des engern Industriebezirkes mit Trink- und Wirtschaftswasser und mit Betriebswasser für industrielle Zwecke hat den leitenden Männern Oberschlesiens schon seit Jahrzehnten ernste Sorge bereitet. Es war daher als eine rettende Tat anzusehen, als im Jahre 1898 vornehmlich unter Führung des Kreises Kattowitz ein Abkommen zustande kam, das durch Ankauf der östlich Beuthens liegenden mit ergiebigen Wasserzuflüssen versehenen Rosaliengrube die Wasserlieferung für die kommende Zeit auf einigermaßen sichere Grundlage stellte. Wenn auch die von einzelnen Seiten bereits damals geäußerten Besorgnisse, daß sich mit dem Tieferdringen des Bergbaues die Zuflüsse der Rosaliengrube einmal plötzlich stark verringern könnten, nicht in dem befürchteten Maß eingetreten sind, so ist doch ein allmähliches Zurückgehen der Zuflüsse, dessen Gründen hier nicht näher nachgegangen werden soll, unbedingt zu verzeichnen. Man mußte daher, um wenigstens die Trink- und Wirtschafts-Wasserversorgung sicherzustellen, daran denken, die den einzelnen angeschlossenen Gemeinden zunächst als Betriebswasser zugebilligte Wassermenge einzuschränken oder den Wasserzins dafür auf eine Höhe zu bringen, die der Industrie von selbst Veranlassung bot, sich nach einer andern Wasserquelle umzusehen.

Damals reifte in der Bergverwaltung Laurahütte der Vereinigten Königs- und Laurahütte A.-G. der Plan, Flußwasser — in Frage kam der Lage nach nur der Brinitzafluß — für die Laurahüttegrube nutzbar zu machen. Für die Entnahme erschien eine Stelle am zweckmäßigsten, die rd. 3,1 km entfernt von der Hauptschachtanlage Ficinus der Laurahüttegrube an der Brinitza liegt, und an der diese die Grenze gegen das damalige Kaiserreich Rußland bildete, Abb. 1. Der endgültigen Festsetzung der durch die örtlichen Verhältnise gebotenen Führung der Rohrleitung standen nicht unbedeutende Schwierigkeiten insofern entgegen, als sich einmal das Gelände an der Einlaufstelle und der nähern Umgebung nicht im Besitze der Vereinigten Königs- und Laurahütte A.-G. befand und dann nach Lage der Verhältnisse dort in kommenden Zeiten mit einem Abbau zu rechnen war, der die Sicherheit der Leitung und damit die zuverlässige Wasserversorgung hätte arg gefährden müssen. Durch Verhandlungen ließen sich die zuerst genannten Schwierigkeiten beheben, über die andern mußte man durch Verlegung der Leitung möglichst auf dem an der Grenze sich entlang ziehenden Sicherheitspfeiler hinweg zu kommen suchen. Die dadurch bedingte Abweichung von der geraden Linie (auf dem Plane fallen bis zum Pumpwerk beim Czakeyschacht drei scharf ausgeprägte Knickpunkte ins Auge) ließ indessen neue Schwierigkeiten, nämlich allmähliches Versanden dieses Teiles der Leitung, befürchten.

Abb. 1. Lageplan 1:2000

Die vor dem Bau aus dem Flusse während einer längeren Zeit laufend entnommenen Wasserproben enthielten nach der chemischen Untersuchung nur Spuren freier Säure, die durchschnitt-

liche Härte betrug 17 deutsche Härtegrade. Das Brinitzawasser war somit sogar noch etwas weicher als das der Rosaliengrube, das durchschnittlich 19 deutsche Härtegrade aufwies. Es zeigte sich allerdings später die Härtebeschaffenheit außerordentlich schwankend, was daraus zu erklären ist, daß die Brinitza starke Zuflüsse von Grubenwässern aufnimmt. Die Härte dieser Wässer ist allgemein hoch, und bei längerer Trockenheit, Fehlen von Regenwässern, steigt auch die Härte des Brinitzawassers an.

Die Frage, welche Wassermenge entnommen werden könnte, ließ sich lediglich nach dem Bedürfnis der Laurahüttegrube entscheiden, da die in Laurahütte liegenden, der Aktien-Gesellschaft gehörigen Schachtanlagen, ihre gehobenen Grubenwässer sämtlich durch den aus Abb. 1 teilweise ersichtlichen Hauptflutgraben unterhalb der beabsichtigten Entnahmestelle zur Brinitza führen und dem Flusse schon nach oberflächlicher Schätzung viel mehr Wasser bringen, als der Entnahmebedarf je betragen wird. Die nähere Prüfung ergab unter Berücksichtigung des steigenden Kühlwasserbedarfs für Dampfturbinensätze und Turbokompressoren, und da auch dem Hüttenwerk Laurahütte für Betriebszwecke ein entsprechender Teil des durch die Leitung zugeführten Wassers abzugeben war, daß in absehbarer Zeit mit einer Höchstmenge von 6 m^3/min gerechnet werden müsse.

Abb. 2. Muffe für di Brinitzaleitung.

Abb. 3 u. 4. Einlauf an der Brinitza

Das Gelände, in das die Leitung einzubetten war, ist so uneben, daß mit einer einigermaßen gleichmäßigen wagerechten Verlegung der Leitung von vornherein nicht gerechnet werden konnte. Zudem ist ein erheblicher Teil dieses Geländes Abbaufläche, die noch auf Jahre hinaus Bewegungen ausgesetzt ist. Es ergab sich somit als dringende Notwendigkeit, die einzelnen Rohrverbindungen des Leitungsstranges so zu gestalten, daß eine gewisse Bewegungsmöglichkeit gewährleistet ist. Deshalb wurde für die Rohrverbindung allgemein die in Abb. 2 dargestellte Muffe mit Teerhanfstrick und Bleiverguß als Dichtungsmittel gewählt, nur an zwei kurzen Stellen des Leitungsstranges wurde aus später darzulegenden Gründen die Flanschverbindung bevorzugt. Der in der Leitung zwischen dem Pumpwerk und dem Hochbehälter zu erwartende Höchstdruck von etwa 4½ at stand erfahrungsmäßig der Verwendung einer guten Muffenverbindung nicht im Wege. Die Gestaltung der gewählten Muffe gibt Gewähr für eine gute Mittenführung (Zentrierung) des Rohr-Schwanzendes, wobei ein beim Verlegen oft nicht zu umgehendes schwaches seitliches Abbiegen aus der Rohrachse auf die Dichtung ohne Einfluß verblieben ist. In fast allen Fällen genügte nach dem Freilegen der Leckstellen ein einfaches Nachstemmen des Bleiausgusses, um das Lecken zu beseitigen. Die Möglichkeit, die schmiedeisernen Muffenrohre geschweißt mit Leichtigkeit in Längen, die über das gewohnte Maß hinausgehen, herzustellen, galt es, aus wirtschaftlichen Gründen auszunutzen, um die Anzahl der Muffen tunlichst herabzudrücken. Die deswegen mit den ausführenden Fabriken eingeleiteten Verhandlungen führten zu der Einigung, daß als Regellängen für die langen Rohre 8,7 m, für die kurzen aus Gründen der Herstellung 4,35 m festgesetzt wurde. Bei der Bauausführung sind nach eingehender Prüfung drei lichte Weiten für die Rohre benutzt worden: nämlich vom Wassereinlauf an der Brinitza (km 0,00) bis zur Pumpstelle (Czakeyschacht) (km 1,1) 400 mm Dmr., von da bis zum Hochbehälter (km 2,06) 325 mm Dmr. und vom Hochbehälter bis zum Anschluß an das Rohrnetz der Schachtanlage Ficinus (km 3,1) 350 mm Dmr. Die in der gesamten Leitung verschiedentlich erforderlichen Bogenstücke wurden gleichzeitig als Paßstücke ausgebildet.

Längere Überlegungen waren erforderlich für die Wahl des Platzes, auf dem die Pumpanlage errichtet werden sollte. Gegen die naheliegende, sonst wohl allgemein angewendete Errichtung der Pumpanlage unmittelbar an dem Flusse sprachen im vorliegenden Falle gewichtige Gründe. Die Einlaufstelle liegt im Überschwemmungsgebiet; gegen die Errichtung eines massiven Bauwerkes hätte die Flußaufsichtsbehörde unzweifelhaft Einspruch erhoben; außerdem wäre das für dieses Bauwerk erforderliche größere Gelände schwer käuflich zu erwerben gewesen; zudem hätte das Hinführen des elektrischen Stromes zum Antrieb der Pumpen wiederum nicht nur Schwierigkeiten, sondern auch nicht unbedeutende Kosten verursacht; schließlich — und das war ausschlaggebend, um diesen Plan ganz fallen zu lassen und eine andere Lösung zu suchen — ist es überhaupt nicht ratsam, solche Pumpanlagen unmittelbar an die Landesgrenze zu setzen.

Schon seit Jahren war beim Czakeyschacht (km 1,05 der Leitung) eine große Sandgewinnung für Spülversatz im Gange. Dort befinden sich ein Lokomotivschuppen und eine kleine Werkstatt. Die Geländesohle war durch das Sandabtragen bis auf + 251,55 über N.N. abgesenkt, und da der mittlere Wasserspiegel der Brinitza durch anhaltende Pegelbeobachtungen auf + 255,50 über N.N. festgestellt worden war, lag es nahe, die Pumpanlage beim

Abb. 5. Einsteigschacht an der Strecke Brinitza-Czakeyschacht.

Czakeyschacht zu errichten und das Wasser von der Brinitza mit natürlichem Gefälle dorthin fließen zu lassen. Der elektrische Strom konnte durch den Czakeyschacht unter Tage empor geführt oder, wie es später tatsächlich geschehen ist, von der nahen Schachtanlage Knoff durch ein über Tage verlegtes Kabel zugeleitet werden. Dieser Plan wurde ausgeführt und die Einlaufstelle an der Brinitza aus Stampfbeton hergestellt, Abb. 3 und 4. Ein schräger Flacheisenrechen a verhindert das Eindringen grober Fremdkörper, von Heuballen, Baumzweigen, Tierleichen usw. von der Flußseite her. Hinter dem Rechen sind zwei Schützen b und hinter diesen zwei engelochte, verzinkte Siebe c angeordnet, welche die feineren Schwebeteilchen aufhalten sollen. In gewissen Zeiträumen werden diese Siebe abwechselnd gesäubert. Die vor dem Sieb befindliche Schütze wird dabei herabgelassen, das Sieb hochgewunden, nach dem Reinigen wieder gesenkt und die Schütze hochgezogen. Derselbe Vorgang wiederholt sich dann bei der anderen Hälfte. Der im Schieberschacht befindliche Absperrschieber hat einen Lufthahn auf der Seite der anschließenden Leitung. Wird der Schieber geschlossen und der Hahn geöffnet, so läßt sich die Rohrstrecke bis zur Pumpstelle hin binnen kurzer Zeit entleeren.

Je mehr sich die Leitung der Pumpstelle nähert, desto tiefer liegt sie im Gelände eingebettet, da sie ständig abfallen muß. Bei einem etwaigen Versanden war bei dieser Geländetiefe an ein Bloßlegen kaum zu denken. Daher mußten zur Vornahme von Säuberungen Vorkehrungen getroffen werden. Dies geschah durch den Einbau von Säuberungs- oder Einsteigeschächten nach Abb. 5 an den bereits erwähnten drei Knickpunkten dieser Rohrstrecke. Ursprünglich sollte der die Rohrteilstrecken im Schachte verbindende Krümmer fortfallen und das Wasser im Schacht bis zur Höhe des Brinitzaspiegels ansteigen. Die Befürchtung indessen, daß der sich in den Schächten absetzende Schlamm eine öftere kostspielige Reinigung der Schächte erforderlich machen könnte, war die Ursache, den Betrieb zunächst mit den eingebauten Krümmern aufzunehmen und die im Wasser etwa mitgeführte Trübe sich am Czakeyschacht in den vor der Pumpstelle angeordneten, noch zu beschreibenden Einrichtungen niederschlagen zu lassen. Der nun bereits seit Ende 1917 in dieser Weise durchgeführte Betrieb hat sich bewährt, so daß an eine Abänderung nicht mehr gedacht wird. Aus Abb. 5 ist auch zu ersehen, wie die Paßrohre allgemein durch eine Überschiebmuffe angeschlossen werden. Hierbei ist allerdings eine Stoßstelle im Rohrinnern nicht zu vermeiden gewesen; allgemein wurde aber darauf gehalten, daß das Schwanzende stets in der Fließrichtung des Wassers in die Muffe eintritt.

Bevor das Wasser in den Pumpensumpf am Czakeyschacht eintritt, wird es geklärt. Hierfür sind drei Klärbehälter für je 2 m^3/min nach dem patentierten Verfahren der Wasser- und Abwasser-Reinigung-G. m. b. H., Neustadt a. d. Hardt, vorhanden[1]); zwei davon sind bis jetzt ausgeführt. Beim Durchfließen des Wassers durch den Behälter mit einer bestimmten, nach der Erfahrung festgesetzten Geschwindigkeit gleiten die sinkenden Schlammteilchen an den schrägen Seitenwänden des Behälters herab und füllen die unten den Abschluß bildende Rinne an, die durch Herablassen eines Betonbalkens zu einem geschlossenen Kanal umgestaltet wird. Dies geschieht in gewissen, durch Ausproben gefundenen Zeiträumen. Wird sodann die nach dem Schacht führende Schlammablaßleitung geöffnet, so fährt ein am andern Ende im Kanal sitzender beweglicher Abschlußdeckel aus Holz, durch den Wasserdruck veranlaßt, auf das in den Kanal eintauchende Saugrohr der Schlammabflußleitung zu, die Schlammmassen vor sich hertreibend, die durch die Leitung nach dem Schacht abgeführt werden. Ist der Abschlußdeckel ganz durch den Kanal gelaufen, so wird die Schlammabflußleitung geschlossen, der Deckel mit einem Seil zurückgezogen, und die Balken werden gehoben. Während dieses Vorganges wird der Behälter nicht abgestellt, sondern das Wasser fließt weiter hindurch. Diese Art der Klärung hat sich bewährt. Nur als die russischen Gruben einmal anfingen, ihre Spülversatztrübe plötzlich ohne jede Reinigung in die Brinitza abzulassen, was behördlicherseits indessen schließlich unterbunden wurde, und bei starkem Gewitter-Platzregeln genügt die Klärung durch die Neustädter Becken nicht ganz. Für die verhältnismäßig geringen Zusatzwassermengen, die das wiedergewonnene Kondensationswasser erfordert, um für die Kesselspeisung auszureichen, erübrigten sich besondere Filtereinrichtungen, da die auf den Schachtanlagen zur Enthärtung des Kesselspeise-Zusatzwassers vorhandenen Einrichtungen nach dem Kalk-Soda- und Permutitverfahren ein Filtern durch Kiesschichten einschließen. Nur für die völlige Abklärung der wesentlich größeren Wassermengen, die zum Kühlen von Turbodynamos und Kompressoren gebraucht werden, hat man, um auftauchende Befürchtungen wegen einer Verkrustung zu beseitigen, vorerst einen andern Weg eingeschlagen, indem man dieses Wasser zu einigen südlich der Schachtanlage Ficinus gelegenen Teichen zum völligen Absetzen leitete. Man hoffte, hierdurch für solche Wassermengen die nicht nur sehr teuren, sondern auch im Betriebe kostspieligen Kiesfilterbecken mit mechanischem Rührwerk u. dergl. zu ersparen, was nach den bisher erzielten Ergebnissen mit einer gewissen Berechtigung erwartet werden kann.

Bei dem gewählten freien Zulauf des Wassers von der Brinitza her nach den Klärbecken war es, um ein Überfluten der Becken zu verhüten, von größter Wichtigkeit, das Zufließen in genaue Übereinstimmung mit dem Abpumpen zu bringen. Das Abpumpen paßt sich ganz dem Bedürfnis an und wird zuweilen bei geringer Entnahme im Hochbehälter ganz eingestellt. Die vor die Klärbecken zu schaltende Regeleinrichtung mußte ganz selbsttätig, ohne menschliche Einwirkung, deren Zuverlässigkeit für diesen Fall nicht ausreichend erschien, arbeiten. Hierfür wurde der nach den Angaben des Verfassers gestaltete, in Abb. 6 dargestellte Differentialregler eingebaut. In einer auf 300 mm Dmr. gebrachten Verengung der 400er Zuflußleitung sitzt ein Drosselschieber, dessen Spindel nicht durch Gewinde verstellbar, sondern an die Kolbenstange eines Wasserdruckzylinders angeschlossen ist. Der Wasserspiegel im unmittelbar daneben befindlichen Schwimmerschacht stellt sich nach dem Gesetz der verbundenen Röhren auf genau gleiche Höhe ein wie der Spiegel der Klärbecken. Steigt der Wasserspiegel in den Klärbecken merkbar, so hebt sich der Schwimmer und bewegt den entlasteten Steuerhahn. Das Druckwasser, aus der Druckleitung hinter dem Hochbehälter entnommen, tritt über den Kolben, treibt den Schieber herab und verengt den Zulauf. Gleichzeitig aber wird durch Differentialwirkung der Steuerhahn wieder geschlossen, und die Bewegung kommt zum Stillstand. Steigt das Wasser weiter, so beginnt das Spiel von neuem, der Zulauf wird noch mehr verengt; dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis der Gleichgewichtzustand erreicht ist. Die Differentialanordnung ist notwendig, um ein stetes Auf- und Niedertanzen des Kolbens zu verhindern. In genau gleicher Weise, nur im umgekehrten Sinne, spielt sich der Vorgang beim Fallen des Wasserspiegels in den Klärbecken ab. Seit Inbetriebnahme des Reglers ist ein Versagen nicht beobachtet worden, er spielt so sicher ein, daß der Höchstwasserstand in den Klärbecken nur etwa 5 cm über den Regelwasserstand steigt.

Über die mechanische und elektrische Einrichtung im Pumpenhaus ist Besonderes nicht zu sagen. Bisher sind zwei Pumpen aufgestellt worden: eine alte vorhandene Drillingspumpe für 1,9 m^3/min mit Riemenantrieb, womit der Betrieb eröffnet wurde, und eine unmittelbar durch einen Elektromotor angetriebene Flügelradpumpe für 4 m^3/min, die zurzeit meist, allerdings mit öfteren Pausen, läuft. In der Maschinenstube ist ein elektrischer Fernzeiger aufgehängt, der dem Pumpenwärter die Wasserstandsveränderungen im Hochbehälter von 5 zu 5 cm sichtbar und hörbar (durch ein Glockenzeichen) angibt. Zum Antrieb der Pumpen-Elektromotoren dient Drehstrom von 500 V Spannung und 6000 Polwechseln in 1 min. Der Strom wird, wie bereits erwähnt, durch ein über Tage verlegtes Kabel zugeführt; zur Aufnahme der Geräte ist im Maschinenraum eine Schalttafel, für drei Pumpensätze ausreichend, errichtet. Die Inbetriebnahme der Wasserleitung, in einer Zeit des Krieges, in der ausgiebig von Ersatzstoffen Gebrauch gemacht werden mußte, war die Ursache, bei der Drillingspumpe einen Drahtgliederriemen von 400 mm Breite zu verwenden. Die Verhältnisse mögen für diesen Riemen besonders günstig gewesen sein; denn, obwohl er noch in der anfänglich einfachen Form, also ohne weiche Einlage, hergestellt war, hat er seinen Dienst 55 Monate lang zu voller Zufriedenheit erfüllt. Leider ist dieser Fall so ziemlich der einzige geblieben, der es gestattet, ohne Beschönigung Gutes über die Verwendung von Ersatzstoffen zu berichten.

Abb. 6.
Wasserzuflußregler am Klärbehälter Czakeyschacht.
a) Wellblechhaus, b) Führungen, c) Steuerhahn, d) Druckwasser 4 at, e) Kupplung, f) Zuflußleitung 400 mm l. W., g) Verbindungsleitung mit dem Klärbehälter. h) Wasserspiegel im Klärbecken.

Abb. 7. Durchkreuzung der Kreisstraße Laurahütte-Eichenau.

Technisch von Bedeutung war die Durchquerung der Hauptbahnstrecke Laurahütte-Eichenau und der dicht daneben liegenden Kreisstraße mit der Leitung bei km 1,8, Abb. 7. Der Bahnkörper ist an dieser Stelle wesentlich breiter als auf der freien Strecke. Es waren zwei Ferngleise, der Ablaufberg und das Anschlußgleis der Schachtanlage Knoff zu kreuzen. Das Kreisbauamt verlangte vor und hinter der Straße den Einbau eines Absperrschiebers, die Eisenbahnbehörde desgleichen; entgegenkommend ließ man es aber beim Einbau eines einzigen Schiebers zwischen der Straße und der Bahn bewenden. Die Einsenbahn stellte außerdem zur Bedingung, daß die Leitung innerhalb des Bahnkörpers mit

[1]) Vergl. die Darstellung in Z. 1911 S. 2075.

Schutzrohren (*a* in Abb. 7) zu umgeben sei; ferner durfte der Eisenbahnbetrieb weder gefährdet noch unterbrochen werden. Für die Unterfahrung der Ferngleise stand die sehr kurze Verkehrsruhe von 3 Stunden in der Nacht zur Verfügung. Es gelang, die Schutzrohre unter die Gleise zu verlegen, nur der erste Zug, ein Güterzug, mußte umgeleitet werden. Die weitere Verlegung der Schutzrohre ging glatt vonstatten. Zur Einführung der hier 4,35 m langen und mit Flanschen versehenen Leitungsrohre diente der zwischen der Bahn und der Straße aufgeführte 6,2 m lange Schacht. Das erste Rohr wurde eingelassen, dicht hinter dem vorderen Flansch mit einem Rollkugeln tragenden Schellenpaar nach Abb. 8 versehen und in den Mantelrohrstrang eingeschoben. Das hierauf in den Schacht eingelassene zweite Rohr wurde sorgfältig mit dem ersten Rohr abgedichtet und verschraubt und erhielt ebenfalls sein Schellenpaar, worauf beide Rohre nach dem Innern vorgeschoben wurden. Dieser Vorgang wiederholte sich, bis das erste Rohr im südlichen Schacht um das vorgeschriebene Stück aus dem Mantelrohr herausragte. Nach dem Einfügen des Paßrohres im nördlichen Schacht war die Verbindung mit dem von der Pumpstelle kommenden Leitungsstrang hergestellt. Die Rohre haben sich nach der geschilderten Weise schnell und so leicht in die Mantelrohre einbringen lassen, daß nur bei den allerletzten die Zuhilfennahme einer mechanischen Schubvorrichtung erforderlich wurde. Ebenso bald würde eine innerhalb des Bahnkörpers auftretende Undichtheit beseitigt werden können. Daß sich eine solche seit Inbetriebnahme noch nicht gezeigt hat, ist ein Beweis dafür, daß diese Art des Einbringens der Rohre einer gleichzeitig vorzunehmenden sorgfältigen Abdichtung förderlich gewesen ist. In genau derselben Weise ist auch das Anschlußgleis der Schachtanlage Ficinus (km 3,0 der Leitung) ohne Zwischenfall durchquert worden.

Abb. 8. Bewegliche Unterstützung der Wasserleitung.

Da die Leitung von der Pumpstelle nach der Kreisstraße ständig ansteigt, wurde südlich davon an derjenigen Stelle, wo sich die Leitung nach dem Bahnkörper zu senkt, eine Entlüftung eingebaut, die recht gut wirkt. Die gleiche Entlüftung wurde bei km 2,46 angebracht, wo sich das Gelände noch einmal bis zu + 279,48 über N. N. erhebt. Die höchste Erhebung, ganz nahe der Schachtanlage Knoff, + 276,25 über N. N., km 2,06, trägt den Hochbehälter von 200 m³ Inhalt. Seine Herstellung aus Eisen entspricht ganz der Regelausführung. Für die Festsetzung des höchsten Wasserstandes war bestimmend, daß die Bedarfstellen nicht nur der Schachtanlage Knoff, sondern auch diejenigen der Schachtanlage Ficinus unter natürlichem Druckgefälle versorgt werden konnten. Das bei etwaigem Überspeisen übertretende Wasser wird nach der Schachtanlage Knoff abgeleitet. Aus dem nach Ficinus abführenden 350er Rohrstrang zweigt dicht am Behälter die schwache Betriebswasserleitung nach der Knoffschachtanlage ab.

Das vom Hochbehälter auf der Schachtanlage Ficinus ankommende Wasser geht nach dem vorhandenen Betriebswasserrohrnetz dieser Schachtanlage. Als erste Entnahmestelle ist der Abzweig nach dem Hüttenwerk Laurahütte vorhanden, als zweite folgt der Abzweig nach der Permutit-Enthärtungsanlage. Sodann geht die Brinitzawasserleitung in das Betriebswasserrohrnetz über. Der unmittelbare Übertritt in dieses Netz ist nur als Bereitschaft vorgesehen, bei Regelbetrieb sind die vorhandenen Absperrschieber geschlossen. Das Wasser wird bei diesen durch eine hier anschließende Leitung in den südlichsten der bereits erwähnten beiden südlich der Schachtanlage Ficinus gelegenen Teiche, deren Lage aus Abb. 1 zu ersehen ist, zum völligen Läutern übergeleitet. Diese Teiche sind durch Abbau entstandene Senkungen der Tagesoberfläche. Es bedurfte nur geringer künstlicher Nachhilfe, um sie für den beabsichtigten Zweck geeignet zu machen.

Aus dem südlichen Teich gelangt das Wasser durch Überfälle in den nördlichen, aus dem es durch eine angebaute Pumpanlage wieder nach der Schachtanlage zurück und zur Erlangung des erforderlichen Druckes über ein dort aufgestelltes Steigrohr gepumpt wird. Aus dieser Leitung wird das Kühlwasser für die Luft-Röhrenkühler der Kompressoren und für die Ölkühler des Turbokompressors und der Turbodynamos entnommen. Sodann dient die gleichfalls vorhandene Verbindung dieser Leitung mit dem Betriebswasserrohrnetz der Schachtanlage noch dazu, die in den Kaminkühlern entstehenden ständigen Verdunstungsverluste des Kühlwassers für die Kondensatoren der genannten Maschinen zu ersetzen. Der durch das Steigrohr erzeugte Druck wurde so hoch gewählt, daß das bei den Luft-Röhrenkühlern und den Ölkühlern verbrauchte Wasser hinterher nicht nutzlos nach dem Flutgraben abläuft, sondern selbsttätig durch eine besondere Rückflußleitung nach den Teichen zurücktreten kann, so daß größte Wirtschaftlichkeit gewahrt ist.

Zum Betrieb der Pumpanlage am nördlichen Teich wird wie beim Czakeyschacht Drehstrom von 500 V und 6000 Polwechseln in 1 min benutzt. Die vorhandene ältere Riemen-Drillingspumpe reichte nicht mehr aus und steht nur mehr zur Bereitschaft. Von den jetzt laufenden, vertieft angeordneten Flügelradpumpen für je 2 m³/min, denen das Wasser zuläuft, ist abwechselnd immer nur eine im Betrieb. Sie werden durch die unmittelbar mit dem Elektromotor gekuppelte, mit 960 Uml./min laufende Vorgelegewelle mittels eines durch eine Druckrolle gespannten Riemens angetrieben. [1154]

Fabrikbeleuchtung und Gesetzgebung.

In der Lichttechnischen Gesellschaft, Südwestgruppe der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft, gab Gewerberat Emele einen Überblick über den augenblicklichen Stand der internationalen Gesetzgebung für Fabrikbeleuchtung und zog einen Vergleich mit der deutschen. Es wies darauf hin, daß die deutsche Gesetzgebung wohl formell sehr knapp sei, sich jedoch durch die Tätigkeit der Gewerbeaufsichtsbehörde und durch das Verständnis der Betriebsingenieure und Architekten ziemlich gut auswirke. Dem sich geltend machenden Drängen nach einer Verbesserung müsse man entgegenstellen, daß die Zeit vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus nicht günstig sei. Die hohen Kosten für Strom, Kohlen und Beleuchtungskörper sind augenblicklich recht hinderlich. Es wird sehr schwer sein, verbesserte Gesetzesbestimmungen richtig durchzuführen; denn die Durchführung einer derartigen Gesetzgebung sei von dem Verständnis der in Betracht kommenden Arbeitgeber und Arbeitnehmer abhängig, und das zugängliche Belehrungsmaterial stecke auf dem Gebiet der Fabrikbeleuchtung noch in den ersten Anfängen. Wir sind heute in der Beleuchtungstechnik noch nicht einmal so weit, daß ein Nichtfachmann einwandfreie Lichtmessungen vornehmen kann. Das rührt wohl daher, daß sich die wissenschaftliche Entwicklung der Beleuchtungstechnik durch die Begrenzung des bisher technisch Möglichen in andern Bahnen bewegt hat, als man sie für eine Gesetzgebung der Beleuchtungshygiene braucht. Der Redner geht hierbei auf Beispiele aus dem Gebiet der Glühlampenbeleuchtung wie auch auf Tagbeleuchtung ein. Ein neues Gesetz gäbe sicherlich nur ein Wortgesetz, dessen praktische Durchführung auf Schwierigkeiten stoßen würde.

Überhaupt wäre es zweckmäßiger, sich mit Leitsätzen zu begnügen, ähnlich den Sicherheitsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß die Vereinigung, die gut durchgearbeitete Leitsätze herausgibt, das nötige Ansehen besitzt, um sie durchzusetzen. Außerdem sind folgende Aufgaben zu lösen:

1. Die Wissenschaft muß uns einen handlichen Lichtmesser geben, mit dem auch der Nichtfachmann rasch zuverlässige Messungen der natürlichen und künstlichen Beleuchtung ausführen kann.
2. Die fachtechnischen Institute müssen uns wissenschaftlichen und volkstümlichen Belehrungsstoff auf dem Gebiete der Beleuchtungstechnik verschaffen.
3. Das Reichsarbeitsministerium muß die Gewerbeaufsichtsbeamten und die technischen Aufsichtsbeamten der Berufsgenossenschaften an der Hand eines von der Beleuchtungstechnischen Gesellschaft ausgearbeiteten Fragebogens zu Erhebungen über den Stand der natürlichen und künstlichen Beleuchtung veranlassen. Diese Erhebungen könnten auch auf den Familienkreis soweit ausgedehnt werden, als z. B. Heimarbeiter oder Schlafstellen von Lehrlingen in Betracht kämen.
4. Die Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft muß durch volkstümliche, allgemeinverständliche Belehrungen die Öffentlichkeit über vernünftige Grundsätze der Heim- und Fabrikbeleuchtung unterrichten, ähnlich wie durch die Ausstellung über Wohnungsbeleuchtung in Karlsruhe im März 1922.

Weiterhin sollte ein Ausschuß zur Bearbeitung von Leitsätzen eingesetzt werden, die sich über Gemeinplätze herausheben. Solche Leitsätze wären von den Regierungen des Reiches und der Länder bei ihren Dienststellen einzuführen und von den Gewerbeaufsichtsbeamten bei der Bearbeitung von Baugesuchen zu berücksichtigen. [M 329]

Messing als Werkstoff für Kondensatorrohre.

Von seiten des Handelschiff-Normenausschusses werde ich darauf aufmerksam gemacht, daß die in meiner unter obiger Überschrift in Z. 1922 S. 837 veröffentlichten Abhandlung enthaltene Abbildung 5 (S. 838) eine Verschraubung darstellt, die vom Handelschiff-Normenausschuß genormt worden ist. Irrtümlicherweise war der Normenausschuß der deutschen Industrie als Urheber dieser Verschraubungsform genannt worden. Die Konstruktion lehnt sich an die von der Marine zuerst aufgestellte Norm an, in der die Erfahrungen im Bordbetrieb berücksichtigt worden sind. [M 278] A. Schimmel.

Neuzeitliche Prüfmaschinen und Prüfeinrichtungen.

Von F. Mohr Mannheim.

(Fortsetzung von Seite 76)

Die Laufgewichtwage mit pendelnd aufgehängtem Druck-üssigkeits-Zylinder ist bekannt[1]). Die Antriebvorichtung, die raftmeßeinrichtung und die Spannzeuge für Zerreißproben, bei enen nur wenige Glieder in Frage kommen, befinden sich in zu-mmengedrängter und für die Bedienung leicht übersichtlicher Bau-t am einen Ende der Maschine, Abb. 9 S. 75, Spannzeuge für eckproben und Einspannvorrichtung für Anker am andern Ende, bb. 10 S. 75. Diese für Maschinen von großer Probenlänge vor-ilhafte Anordnung läßt sich nur bei Antrieb mit Druckflüssig-it durchführen, der daher für solche Fälle stets zu empfehlen t. Wird als Antriebmittel eine Zugspindel mit elektrischem oder ransmissionsbetrieb verwandt, so muß die Wage an das eine, der pindelantrieb an das andere Ende des Maschinenbettes gesetzt erden, wodurch die Übersicht über die Maschine verloren geht; idem gestaltet sich die Arbeit mit einer solchen Maschine erheb-ch unbequemer, da bei mittleren und kurzen Zug- und Reck-oben gekuppelte Verbindungsstangen mit veränderlicher Länge ler Hilfsketten zwischen den Antrieb und den Spannkopf ein-fügt werden müssen. Das schwere Trägerbett zur Aufnahme er wagerecht wirkenden Kräfte wird bei den erwähnten liegenden aschinen zweckmäßig bis zur Fußbodenhöhe einbetoniert, was as Einlegen der zu prüfenden Ketten wesentlich erleichtert. Zum nspannen der Anker, Abb. 11, sind schwere Widerlager *a* in erbindung mit einer versenkten Grube angeordnet, so daß die n Anker angreifenden Zugkräfte genau in die Kraftrichtung des ntriebmittels gelegt werden können. Zum Ausrichten in der öhenlage werden je nach der Bauart des Ankers verschiedene ilfseinrichtungen angewandt. Bei stocklosen Ankern nach bb. 11 benutzt man z. B. Holzstützen *b*, die sich gegen das Wider-ger *a* und gegen die an den Ankerarmen befestigten Schellen *c* ützen. Über die Prüfung der verschiedenen Ankerarten sind den Materialvorschriften der deutschen Kriegsmarine sowie s Germanischen Lloyds und anderer Klassifikationsgesellschaf-n Einzelheiten enthalten.

Bei Kettenprüfmaschinen, bei denen es jedoch in der Regel weniger auf die Beobachtung des ganzen Versuchsverlaufs, als auf die Erreichung einer bestimmten Recklast ankommt, bedeutet die selbsttätige elektrische Laufgewichtbewegung besonders dann eine Vereinfachung der Versuchsausführung, wenn es sich um hohe Lasten und demgemäß sehr lange Laufgewichtbalken handelt. Indessen kann sie auch bei diesen Maschinen einfacher dadurch ersetzt werden, daß man das Laufgewicht vor dem Versuch auf die beabsichtigte Prüflast einstellt und die Zunge des Wagebalkens mit einem elektrischen Summer verbindet, der die Erreichung der Gleichgewichtlage meldet. Zum schnellen Vor- und Rückfahren des Laufgewichtes wird die Spindelmutter aufklappbar angeordnet, wodurch sich das bei langen Wagebalken zeitraubende Kurbeln erübrigt.

Versuchsgeschwindigkeiten.

An dieser Stelle sei noch einiges über die bei den üblichen Prüfmaschinen zu erzielenden Versuchsgeschwindigkeiten erwähnt. Nach der heutigen Auffassung, die auch in den Grundsätzen für einheitliche Materialprüfung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik zum Ausdruck kommt, kann der Einfluß der Dehnungsgeschwindigkeit für die Prüfung der hauptsächlichsten Baustoffe, wie Eisen und Stahl sowie Kupfer und Bronze praktisch vernachlässigt werden. Wenn daher bei neuzeitlichen Prüfmaschinen trotzdem weitgehende Regelbarkeit der Versuchsgeschwindigkeit nach unten (durch Reibungsvorgelege, zusätzlichen Handantrieb, Stufenmotoren, Feinsteuerventil u. dergl.) gewährleistet sein muß, so sind ihr nach oben, zumal beim Betrieb mit Druckflüssigkeit, kaum Grenzen gesetzt.

Abb. 11. Ankereinspannung.

Abb. 12. 450 t Kettenprüfmaschine mit Messung der Zugkraft im Druckflüssigkeitszylinder.

Bei den gebräuchlichen Zerreißmaschinen stehender Bauart mit Antrieb durch Zugspindel können unter Benutzung eines Reibungsvorgeleges etwa folgende Geschwindigkeitsgrenzen angenommen werden:

Zugkraft der Maschine t	Spindelgeschwindigkeiten mm/min	Dehnungsgeschwindigkeiten bei 200 mm Meßlänge vH/min	Dehnungsgeschwindigkeiten bei 100 mm Meßlänge vH/min
3 bis 50	7,5 bis 30	3,75 bis 15	7,5 bis 30

Durch die Benutzung des Handantriebs sind beliebige kleinere Geschwindigkeiten zu erreichen.

Bei liegenden Zerreißmaschinen größerer Länge mit Zugspindelantrieb und Reibungsvorgelege ergeben sich etwa folgende Werte:

Zugkraft der Maschine t	Spindelgeschwindigkeiten mm/min	Dehnungsgeschwindigkeiten bei 3 m Prüflänge vH/min	Dehnungsgeschwindigkeiten bei 10 m Prüflänge vH/min
5	35 bis 150	1,17 bis 5,0	0,35 bis 1,5
10	30 „ 125	1,0 „ 4,17	0,3 „ 1,25
20	25 „ 100	0,83 „ 3,33	0,25 „ 1,0
30	15 „ 75	0,5 „ 2,5	0,15 „ 0,75
50	10 „ 50	0,33 „ 1,66	0,1 „ 0,5

Aus dieser Zahlentafel geht hervor, daß bei Maschinen für große Versuchslängen, z. B. Ketten- und Seilprüfmaschinen,

Für Kettenprüfmaschinen mit mehr als 300 t Zugkraft, so für ganz schwere Marineketten, kann die Laufgewichtwage cht mehr empfohlen werden, da die Schneiden und Pfannen allzu oße Abmessungen annehmen. Man begnügt sich daher mit der essung des Flüssigkeitsdruckes im Antriebzylinder, wie die in bb. 12 dargestellte Maschine von 450 t Zugkraft zeigt. Diese ent nur zur Vornahme der Dreiglieder-Zerreißprobe; um die Ein-annung und Beobachtung der Kettenglieder zu erleichtern, hat an die beiden Zugstangen diagonal angeordnet. Die Zahlentafeln er Lastanzeigen bis zur Höchstlast werden unter Verwendung n Kontrollstab- und Spiegelapparaten aufgestellt. Außer den iden Gebrauchs-Manometern für 450 und 90 t Zugkraft ist ch je 1 Kontroll-Manometer zu diesen vorhanden.

Die früher bei Laufgewichtmaschinen häufiger angewandte lbsttätige elektrische Laufgewichtbewe-ung[2]) hat mit den fortschreitenden Anforderungen an die Ge-uigkeit der Materialprüfungen an Wert eingebüßt. Da die Vor-d Rückwärtsbewegung des Laufgewichtes jeweils durch einen usschlag des Wiegebalkens nach oben oder unten ausgelöst wird, liegt es in der Natur der Sache, daß die Stellung des Lauf-wichtes der Gleichgewichtlage während des ganzen Versuches ets etwas vor- oder nacheilt, also keine genauen Werte liefert.

[1]) Vergl. Z. 1913 S. 1278. [2]) Z. 1909 S. 1445.

der Antrieb mit Preßflüssigkeit außer aus schon genannten konstruktiven Gründen auch deshalb vorzuziehen ist, weil beim Zugspindelantrieb trotz der verhältnismäßig hohen Spindelgeschwindigkeit doch nur recht geringe Dehnungsgeschwindigkeiten erreicht werden können und daher die Versuchsdauer übermäßig lang wird.

Unter Benutzung der üblichen Maschinenpumpen lassen sich bei liegenden Maschinen etwa folgende Höchstgeschwindigkeiten am Kolben erreichen:

Zugkraft der Maschine t	Kolben-geschwindigkeiten mm/min	Dehnungs-geschwindigkeiten bei 3 m Prüflänge vH/min	Dehnungs-geschwindigkeiten bei 10 m Prüflänge vH/min
10	500	16,7	5,0
30	400	13,3	4,0
50	225	7,5	2,25
100	175	5,8	1,75
200	140	4,7	1,4
300	100	3,3	1,0

Abb. 13. Haberer-Druckkraftprüfer mit Zeigervorrichtung.

Die Geschwindigkeiten sind aus mittleren Pumpenleistungen berechnet. Bei Benutzung von Pumpen mit Flüssigkeitsspeicher, wie Luftdruck- oder Gewichtakkumulatoren, können daher noch bedeutend größere Geschwindigkeiten erreicht werden.

Nachprüfung der Lastanzeige.

Die Notwendigkeit der regelmäßigen Nachprüfung der Lastanzeige von Prüfmaschinen wird mehr und mehr anerkannt. Wenn es auch als ausgeschlossen gelten muß, alle Materialprüfmaschinen einer Eichung etwa im Sinne des Eichgesetzes für Wagen unterwerfen zu wollen, weil diese Forderung weit über das Ziel hinausschießen würde, so liegt es doch auf der Hand, daß jede Prüfmaschine nur dann ihren Zweck erfüllen kann, wenn man der Richtigkeit ihrer Lastanzeige in den ihrer Eigenart und ihrem Verwendungszweck angepaßten Grenzen sicher ist.

Von seiten der Erzeuger von Prüfmaschinen kann in dieser Beziehung zweifellos erzieherisch auf die Käufer von Maschinen dadurch eingewirkt werden, daß mit allen Angeboten auf Prüfmaschinen jeder Art von vornherein geeignete Kraftprüfer zur Überwachung der Lastanzeige mitangeboten werden, deren Wichtigkeit dabei entsprechend zu betonen ist.

Auf die bekannten Ausführungen von Kraftprüfern, wie insbesondere Kontrollkörpern mit Spiegelapparaten nach Martens, braucht hier nicht mehr näher eingegangen zu werden; sie werden für wissenschaftliche Untersuchungen nie zu entbehren sein. Dagegen fehlt es bisher, abgesehen vielleicht von dem Wazauschen Kraftprüfer, an Vorrichtungen, die bei möglichster Einfachheit der Gestaltung und der Bedienung dem Besitzer von Prüfmaschinen die Möglichkeit geben, sie jederzeit und ohne lange Vorbereitung mit genügender Genauigkeit auf die Richtigkeit der Lastanzeige bis zur Höchstlast nachzuprüfen. Es versteht sich von selbst, daß es sich dabei nur um amtlich geprüfte Geräte handeln kann. Im Normenausschuß der Deutschen Industrie (Werkstoffe, Gruppe I, Prüfverfahren) wurde die von den Materialprüfungsämtern stets vertretene Forderung einer stetig wiederholten Nachprüfung der Materialprüfmaschinen, soweit sie zu Abnahmezwecken benutzt werden, ausführlich behandelt. Der genannte Ausschuß ist der Ansicht, daß neu aufgestellte Maschinen vor ihrer Ingebrauchnahme durch eine amtliche Materialprüfstelle erstmalig zu prüfen sind. Nachprüfungen sind dann in Zeitabschnitten zu wiederholen, die der Bauart der Maschine und der Häufigkeit ihrer Benutzung anzupassen sind.

Die Nachprüfung der Kraftanzeige kann entweder von einer amtlichen Materialprüfstelle oder mit der Prüfeinrichtung des Werkes vorgenommen werden. Im letzteren Falle hat das Werk den amtlichen Nachweis zu erbringen, daß seine Prüfeinrichtung zuverlässige Werte liefert. Fehler in der Kraftanzeige bis zu ± 1 vH bleiben unberücksichtigt.

Da in der genannten Gruppe des Normenausschusses alle beteiligten Behörden und großen Industrieverbände vertreten sind, so ist zu erwarten, daß die Beschlüsse bezüglich der Abnahmemaschinen Allgemeingültigkeit erlangen werden. Die Schaffung leicht zu befördernder und zu bedienender Kraftprüfer erhält dadurch erhöhte Bedeutung, umsomehr als sie auch in anderer Hinsicht ein Bedürfnis erfüllen. Die zahllosen Druckfestigkeitsmaschinen wie Zement- und Betonpressen, Gußeisen- und sonstige Biegemaschinen, Kugeldruckpressen, Federprüfmaschinen, die sich täglich im praktischen Betrieb befinden, werden bisher wohl in den allermeisten Fällen einer regelmäßigen Nachprüfung auf Veränderung ihrer Lastanzeige nicht unterworfen; sicher gibt es sogar recht viele Prüfmaschinen, die seit ihrer Lieferung überhaupt keine Nachprüfung mehr durchgemacht haben. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn es gar nicht selten vorkommt, daß die Besitzer von Prüfmaschinen Mängel in deren Kraftanzeige damit nachzuweisen suchen, daß sie sich auf die unterschiedlichen Werte von Parallelversuchen mit anderen Maschinen beziehen, deren richtige Anzeige natürlich ebensowenig verbürgt ist.

Für die Zwecke der Nachprüfung sind außer den schon genannten erprobten Geräten vor langer Zeit von Föppl und Brauer Kontrollringe angegeben worden, deren elastische Durchbiegung mit großem Übersetzungsverhältnis auf Zeigervorrichtungen übertragen und als Maßstab für die auftretenden Kräfte benutzt wird. Da die Einrichtungen den Nachteil einer reichlich großen Bauhöhe und verhältnismäßig umständlichen Einspannung für Zugversuche haben, so sind sie in der Praxis wenig verbreitet. Haberer, Stuttgart, hat neuerdings einfachere und leichter zu handhabende Kraftprüfer vorgeschlagen. Abb. 13 zeigt eine Ausführung dieser Art, die nur als Druckkraftprüfer[1]) zu verwenden ist; sie wird von Mohr & Federhaff, Mannheim, zunächst für Druckkräfte von 3 bis 100 t gebaut.

Mit dem Haberer-Druckkraftprüfer können die Maschinen bis zur Höchstlast mit einer Genauigkeit durchgeprüft werden, die zwar nicht an die Martensschen Spiegelapparate heranreicht, aber im allgemeinen zur Selbstkontrolle genügt; die Genauigkeit der Ablesung beträgt 1 vH, dazwischen können 0,1 vH geschätzt werden; sehr sorgfältiges Ausrichten des Kraftprüfers und Vermeidung jeden Schrägdruckes ist zur Erreichung genügender Genauigkeit Voraussetzung.

Das Wesen dieses Kraftprüfers beruht ebenfalls auf der Messung der elastischen Durchbiegung eines gehärteten Stahlkörpers. Die Wahl seiner Ausführungsform als zweischenkeligen offener Biegekörper gestattet eine geringe Bauhöhe und ermöglicht zwanglos die Anbringung von Aufsatzflächen an der Unterkante und das Anfräsen von Rinnen auf dem oberen Schenkel zur Aufnahme des den Hebelarm bestimmenden Druckstückes. Die Lage der Rinne wird in einer zuverlässigen Prüfmaschine so bestimmt, daß der Gesamtzeigerweg von 0 bis zur Höchstlast der gewünschten Ablesegenauigkeit von 1 vH, also etwa 100 Teilstrichen der Skala, entspricht. Es können mehrere Rinnen angebracht werden, damit außer der Höchstlast auch noch kleinere Lasten mit entsprechend größerer Genauigkeit abgelesen werden. Die elastische Durchbiegung des Druckkörpers wird auf die Anzeigevorrichtung durch eine Stahlschneide (ähnlich wie beim Martensschen Spiegelapparat) übertragen, auf deren Achse ein entsprechend langer Zeiger sitzt.

Abb. 14. Haberer-Druckkraftprüfer mit Meßuhr (5 t).

An Stelle dieser Zeigereinrichtung kann zur Messung der elastischen Durchbiegung auch eine Meßuhr[2]) mit genügend großem Zeigerweg benutzt werden, Abb. 14. Der Druckkraftprüfer wird dadurch allerdings etwas länger und weniger handlich; das Übergewicht der die Meßuhr aufnehmenden Verlängerungsstange muß durch ein Gegengewicht ausgeglichen werden. Das Aufsatzstück wird mittels einer gehärteten Stahlwalze in die Nuten eingesetzt, deren Hebelarme, wie oben beschrieben, so gewählt sind, daß ein Kraftprüfer z. B. für 50 und 20 t Höchstlast benutzt werden kann. Ein Paßstück mit geringem Spielraum verhindert die Überlastung des Biegekörpers. Die Lage der Meßuhr bezüglich ihrer Seitenrichtung wird vor der endgültigen Befestigung durch Ausprobieren so bestimmt, daß der Zeigerweg genau der gewünschten Last entspricht; hierdurch wird die Ablesung bei allen Zwischenlasten wesentlich vereinfacht.

Die Kraftprüfer werden nach ihrer Fertigstellung durch ein amtliche Materialprüfanstalt nachgeprüft und mit einer Zahlentafel versehen, welche die zu der Gradeinteilung der Skalen gehörige kg-Werte angibt. Zum Ausrichten der Kraftprüfer in den betreffen

[1]) D. R. G. M. 751 010.
[2]) D. R. G. M. 811 957.

›n Prüfmaschinen sind Mittelrisse an beiden anzubringen. ugelig gelagerte Druckplatten müssen beim Prüfen festgestellt ler durch feste Platten ersetzt werden. Vor der Benutzung soll ›r Druckkraftprüfer stets mehrfach bis zur Höchstlast vorbelastet ıd wieder entlastet werden, damit alle Teile richtig zur Anlage ›mmen.

Zur Selbstprüfung von Zerreißmaschinen auf Veränderung rer Kraftanzeige dient der Zugkraftprüfer, Bauart aberer[1]), nach Abb. 15. Ein flach geschlitzter, zwei Schenkel ldender Stahlkörper a ist durch das Auftreten von Zugkräften P ner elastischen Verbiegung quer zur Kraftrichtung unterworfen, ›ren Größe wiederum den Maßstab für die Kräfte P bildet. Je ıch Wahl der Stärke und Krümmung der Schenkel des Stahl- ›rpers eignet sich die Vorrichtung zum Messen größerer oder ‹einerer Kräfte. Zur Sicherung der Vorrichtung gegen Über- ›stung durch zu große Kräfte ist zwischen den Schenkeln ein ernstück b eingepaßt. Zur Anzeige dient entweder die oben be- ›hriebene Zeigervorrichtung, wobei die prismatische Schneide c ıls Übersetzungsmittel zwischengeschaltet ist, oder die Meßuhr, vergl. Abb. 16.

Abb. 15. Haberer-Zugkraftprüfer mit Zeiger.

Abb. 16. Haberer-Zugkraftprüfer mit Meßuhr.

Prüfung von Werkzeugstählen.

In neuerer Zeit ist der Prüfung von Werkzeugstählen, insbesondere von Drehstählen und Bohrern durch bestimmte, für diese Zwecke gebaute Prüfmaschinen nicht nur bei wissenschaftlichen Versuchstätten, sondern auch bei Erzeugern von hochwertigen Stählen und Herstellern von Werkzeugmaschinen weitgehende Aufmerksamkeit entgegengebracht worden. Während Herbert zum Prüfen von Drehstählen noch eine Sondermaschine benutzt, die mit senkrecht angeordnetem Drehstahl (Modellstichel in stark verkleinerter Normalgröße) die Stirnfläche eines Versuchsrohres bis zum Abstumpfen des Stahles herunterdreht und dafür eine bestimmte Belastung in der Schaftrichtung des Stahles anwendet, hat Schlesinger im Versuchsfeld für Werkzeugmaschinen der Technischen Hochschule Charlottenburg den der normalen Benutzung des Drehstahles entsprechenden und daher nach allgemeinen Grundsätzen der Materialprüfung richtigeren Weg gewählt, den Stahl in einer Drehbank mit Meßschlitten so einzuspannen, daß die beim Abdrehen eines Versuchskörpers auftretenden Kräfte in den drei verschiedenen Druckrichtungen des Drehstahles mittels Meßdosen bestimmt werden. Benutzt werden dabei die ganz normalen Stichel der Werkstatt nach Größe, Form und Schliff, so daß die Versuchsergebnisse einen unmittelbaren Rückschluß auf die Verwendbarkeit des z. B. vom Stahlwerk gelieferten Werkzeuges gestatten. Die Versuche Schlesingers haben zu dem wertvollen Ergebnis geführt, daß für die Beurteilung eines Drehstahles auf einer solchen Prüfdrehbank nur das Verhalten der beiden Kraftkomponenten in der Richtung des Stahlschaftes und in Richtung der Drehbankachse maßgebend ist, während die Messung der dritten nach unten wirkenden, der Größe nach stärksten Kraftkomponente für den Zweck der Lebensdauermessung entbehrt werden kann.

Das Abstumpfungskriterium, Abb. 17, beruht demnach darin, daß ausschließlich die Seitenkräfte a (in Richtung des Schaftes) und b (parallel zur Drehbankachse) die Abstumpfung kennzeichnen, während die nach unten gerichtete Kraft c keine Rolle spielt. Wenn der Stahl an der Spitze stumpf wird, so zeigt sich dies durch Ansteigen der Kraft a, wenn er an der Seite stumpf wird, durch Ansteigen von b. Werden Spitze und Seite gleichzeitig stumpf (der häufigste Fall), so steigen a und b gleichzeitig an. c dagegen bleibt unverändert oder wird unter Umständen sogar kleiner, weil der Stichel infolge der Abstumpfung einen kleineren Span nimmt und daher der Druck nach unten verringert wird. Diese Erkenntnis ermöglicht eine bedeutend festere Bauart des Meßschlittens und entsprechend kleinere Abmessungen der Versuchsdrehbank, als es die Anwendung des Dreikomponenten-Meßschlittens verlangt. Durch die feste Auflagerung des Schlittens nach unten wird dieser steifer und einfacher, und die Erzitterungen werden so gering, daß man das Versuchstück bis auf etwa 80 mm herunterdrehen kann.

Abb. 17. Messung der Druckkräfte von Drehstählen.

Abb. 19. Schaubild zur Prüfung von Schnelldrehstählen und Kohlenstoffstählen.

Abb. 18. Prüfdrehbank, von Schlesinger, Bauart Mohr und Federhaff.

Die Anschaffungskosten einer solchen Bank werden bedeutend niedriger, und sie entspricht in der Regel doch allen im praktischen Werkstattbetrieb zu stellenden Anforderungen.

Sollen aber doch alle drei Seitenkräfte gemessen werden, was für wissenschaftliche Zwecke wünschenswert sein kann, so ist zu beachten, daß die Drehbank wesentlich kräftiger und größer zu wählen ist, weil sich der Dreikomponenten-Schlitten höher baut und daher größere Spitzenhöhe verlangt. Nach den Erfahrungen von Schlesinger, die das Versuchsfeld für Werkzeugmaschinen dankenswerterweise zur Verfügung stellte, kann man mit dem Werkstück bei Anwendung des Dreikomponenten-Schlittens nicht unter 180 mm Dmr. heruntergehen, da sonst je nach der Schwere des gewählten Drehbankbettes starke Schwingungen auftreten, welche die Untersuchungen beeinträchtigen und die Stahlschneide schädigen; hierbei kommt auch die erforderliche große Drehlänge in Betracht, die bei den großen Abmessungen des Schlittens annähernd 2 m betragen muß, wenn man die Lebensdauer der Stahlschneide durch die unerläßlich hintereinander wirkenden Beanspruchungen ernsthaft erproben will. Die Kosten von Versuchswellen von 2 m Länge und mindestens 350 bis 400 mm Dmr. sind heut aber sehr erheblich. Nimmt man jedoch kleinere Durchmesser, so kommt man zu schnell an die eben erwähnte Schwingungsgrenze.

Eine nach den Grundsätzen des Zweikomponenten-Systems von Mohr & Federhaff gebaute Versuchsdrehbank[2]) ist in Abb. 18

[1]) D. R. G. M. 751010 und D. R. P. a.

[2]) D. R. P. 280436.

dargestellt. Ihr Kraftbedarf beträgt etwa 5 PS. Das Rädervorgelege des Spindelkastens gestattet vier Übersetzungen. Durch Vorschaltung eines weiteren Stufen- oder Rädervorgeleges kann die Arbeitsgeschwindigkeit am Werkstück in 32 Stufen geregelt werden, und zwar von 13,2 auf 114 Uml./min. Für Stücke von 80 bis 250 mm Dmr. lassen sich bei den vorerwähnten Abstufungen der Umlaufzahlen Schnittgeschwindigkeiten von 10 bis 30 m/min erreichen. Der Vorschub ist von 0,75 bis 2 mm in 6 Stufen für eine Umdrehung des Arbeitsstückes einstellbar. Der Meßschlitten hat eine Aufnahmevorrichtung zum Einspannen gewöhnlicher Drehstähle bis zu 40 × 40 mm Schaftquerschnitt und 340 mm Länge. Eine einfach zu bedienende hochklappbare Lehre sichert die genau richtige Lage der Meißelspitze zu den Meßdosen nach Höhe und Achsenstellung, da sonst leicht falsche Anzeigen erhalten werden. Die beiden Meßdosen betätigen je einen Zeiger- und einen Schreibdruckmesser, so daß durch Beobachtung und auch durch dauernde Niederschrift der Verlauf des Schneidvorganges nach beiden Meßrichtungen bequem und sicher verfolgt werden kann. Der Papiervorschub läßt sich in jedem Augenblick aus- und einrücken; zweckmäßig rückt man ihn erst ein, wenn die Zeiger des Zifferblatt-Druckmessers ein Ansteigen des Druckes um etwa 10 vH anzeigen. Bei der 20-Minutenprobe spart man so erheblich Papier. Zwei mit dem Meßschlitten aufgenommene Schaubilder sind in Abb. 19 gezeigt; sie verdeutlichen einerseits die scharf ansteigende Schnellstahl-Charakteristik mit dem plötzlichen Hochgehen der Kurve kurz vor der Schneidenzerstörung, anderseits den langsam aber deutlich ansteigenden Kraftverbrauch bei Werkzeuggußstahl, der diesen zäheren und langsam durch steigende Erwärmung die Härte verlierenden Werkstoff kennzeichnet.

Neuerdings werden die Druckmesser statt auf der in Abb. 18 ersichtlichen Gußplatte an einem offenen Rahmen befestigt, damit der Spanvorgang beobachtet werden kann. Ein zweiter Schlitt ist auf den rückwärtigen Teil der Schlittenplatte aufgesetzt; der Brille und Rückwärtsmeißel trägt und zum Abdrehen der beim Versuch hart gebremsten Stellen des Werkstücks notwendig ist.

Unentbehrlich für die richtige Bewertung der abgelesenen oder aufgeschriebenen Meißeldrücke ist die Kenntnis der Festigkeitseigenschaften des verwendeten Untersuchungsstoffes. Da die Herstellung von Zerreißproben aus jeder Spanzone unmöglich ist, so bleibt kein anderes zuverlässiges und jederzeit anwendbares Mittel als die Brinellprobe. Zur Vornahme von Kugeldruckproben am Werkstück ist daher auf dem rückseitigen Schlitten eine Brinelldruckvorrichtung angebracht, die mit Handpumpe bedient werden kann.

In allen größeren Betrieben ist in der Regel eine geeignete Drehbank zur Vornahme obiger Versuche bereits vorhanden, so daß dann die zusätzliche Beschaffung des vollständigen Meßschlittens genügt. Die Spitzenhöhe, die bei der Versuchsdrehbank nach dem Zweikomponenten-System 200 mm beträgt, muß bei Verwendung einer vorhandenen Bank indessen größer sein, da der Meßschlitten dann als geschlossenes Ganzes auf die Schlittenplatte der Bank aufgesetzt wird; die Höhe seines Unterteiles vergrößert somit die Bauhöhe. Von Fall zu Fall ist dann nur ein Paßstück anzufertigen, das zwischen die Schlittenplatte und den Normal-Meßschlitten eingelegt wird. Die geringste erforderliche Spitzenhöhe der vorhandenen Bank beträgt hierfür 300 mm. Der Meßschlitten eignet sich nicht nur zur Güteprüfung der Drehstähle, sondern vorzugsweise auch zur Bestimmung des günstigsten Anschliffs und ist daher für alle Metallindustrien ein wertvolles Hilfsmittel zur Ersparnis von Stählen.

[1447] (Fortsetzung folgt).

Ausschuß für Einheiten und Formelgrößen (AEF).

Der AEF hat in seiner Sitzung am 22. April v. J. die Liste der Formelzeichen und die Liste der mathematischen Zeichen aufgestellt, wie sie in DIN 520 und 522, vergl. auch Z. 1911 S. 1503 und 1912 S. 1483, veröffentlicht sind. In der Liste der Formelzeichen sind die bisher festgestellten und die neu hinzugekommenen Formelzeichen vereinigt. Die neueren, in den DIN mit einem Stern versehenen Formelzeichen werden gemäß § 4 Absatz 3 der Satzung zur Beratung gestellt. Die beteiligten Vereine werden eingeladen, das Ergebnis ihrer Beratung bis zum 1. September 1923 mitzuteilen.

Ferner hat der AEF seinen bisherigen Entwurf XIII, Masse und Gewicht, endgültig als Satz IX in folgender Fassung angenommen:

Satz IX. Masse und Gewicht.

1. Die Masse eines Körpers ist das Maß seiner Trägheit, das ist seines Widerstandes gegen Beschleunigung. Die Masse ist gleich dem Quotienten der auf den Körper wirkenden Kraft durch die von ihm erzeugte Beschleunigung, also z. B. gleich dem Gewicht des Körpers, geteilt durch die Fallbeschleunigung an dem Ort.

2. Die Schwerkraft eines Körpers an einem Ort ist die an diesem Ort auf ihn ausgeübte gesamte Massenanziehungskraft. Sie ist gleich dem Produkt der Masse des Körpers und der Schwerebeschleunigung an dem Ort.

3. Das Gewicht eines Körpers an einem Ort der Erde ist die an diesem Ort auf den ruhenden Körper im luftleeren Raum wirkende Mittelkraft aus der Schwerkraft und der gesamten durch die Drehung und Wanderung der Erde bedingten Scheinkraft. Das Gewicht ist gleich dem Produkt aus der Masse des Körpers und der Fallbeschleunigung an dem Ort und ändert sich somit im gleichen Verhältnis wie die Fallbeschleunigung.

4. Die Last eines Körpers ist die Kraft, die der ruhende Körper im lufterfüllten Raum auf die Wage ausübt. Die Last ist gleich dem Gewicht, vermindert um den Betrag des Luftauftriebes.

5. Das Sichtgewicht eines Körpers ist das auf einer Wage im lufterfüllten Raum unmittelbar abgesehene Gewicht. Die Abweichung des Sichtgewichts von dem Gewicht des Körpers beruht auf dem Unterschiede des Auftriebs des Körpers und der Gewichtstücke. Das Sichtgewicht ist mit der Dichte der Luft veränderlich.

6. Die Schwerebeschleunigung ist die einem Körper durch seine Schwerkraft erteilte Beschleunigung. Sie ändert sich daher mit dem Ort und mit der Zeit im gleichen Verhältnis wie die Schwerkraft.

7. Die Fallbeschleunigung g ist die einem Körper durch sein Gewicht — also durch das Zusammenwirken von Schwerkraft und gesamter Scheinkraft — im luftleeren Raum erteilte Beschleunigung. Die Fallbeschleunigung ist gleich der geometrischen Summe aus der Schwerebeschleunigung und der Scheinkraftbeschleunigung und ändert sich mit dem Ort und mit der Zeit im gleichen Verhältnis wie das Gewicht des Körpers.

8. Als Normalwert der Fallbeschleunigung gilt $g = 980,665$ cm/s² $= 9,806\,65$ m/s². Häufig genügt es, für g die abgerundeten Werte 9,81 oder 9,8 oder 10 m/s² je nach der verlangten Genauigkeit zu setzen.

Der AEF stellt die folgenden Entwürfe:

XXVI, Dichte und Wichte. — XXVII, Einheiten für mechanische Größen,

zur Beratung und lädt die beteiligten Vereine ein, ihm das Ergebnis ihrer Beratungen bis zum 1. September 1923 mitzuteilen. Zur gleichen Frist kann sich auch jedes Mitglied der beteiligten Vereine äußern. Es wird gebeten, von Äußerungen in Zeitschriften dem AEF stets wenigstens einen Abdruck zu geben.

Begründung und Erläuterung zu diesen Entwürfen sind in der ETZ abgedruckt.

Entwurf XXVI. Dichte und Wichte.

(Neue Fassung an Stelle des Entwurfs XIV: Dichte.)

1. Dichte (spezifische Masse) ist der Quotient der Masse eines Körpers durch sein Volumen.

2. Wichte (spezifisches Gewicht) ist der Quotient des Gewichtes eines Körpers durch sein Volumen.

3. Dichtezahl oder Wichtezahl (Dichteverhältnis oder Wichteverhältnis) ist das Verhältnis der Dichte oder der Wichte eines Körpers zu der Dichte oder der Wichte eines Vergleichskörpers. Wenn keine besonderen Gründe dagegen sprechen, ist als Vergleichskörper Wasser von 4° bei einem Außendruck von 76 cm Quecksilbersäule zu wählen.

4. Massenräumigkeit (spezifisches Massenvolumen) ist der Quotient des Volumens eines Körpers durch seine Masse, also der Kehrwert der Dichte.

5. Gewichtsräumigkeit (spezifisches Gewichtsvolumen) ist der Quotient des Volumens eines Körpers durch sein Gewicht, also der Kehrwert der Wichte.

Bei unhomogenen Körpern ist anzugeben, ob sich die Werte auf den Stoff ohne Poren, oder auf den Körper mit Poren oder auf Schüttgut usw. beziehen. Ferner sind, wenn es die Genauigkeit erfordert, Temperatur und Druck anzugeben, bei denen die Messung stattgefunden hat.

Entwurf XXVII. Einheiten für mechanische Größen.

(Neue Fassung.)

Im Entwurf VII (Verhandlungen des AEF, Seite 27) ist Nr. 11 durch das folgende zu ersetzen:

11. Einheiten für mechanische Größen.

Physikalisches Maßsystem	Technisches Maßsystem
Dritte Grundheit ist das Gramm (1 g) als Einheit der Masse. Das Gramm ist der 1000ste Teil des Kilogramms, der Masse des internationalen Kilogrammprototyps.	Dritte Grundheit ist das Kil (1 Ki[l]) als Einheit der Kraft. Das Kil i[st] das Gewicht des international[en] Kilogrammprototyps, des Kil[o]gramms, an einem Ort, an de[m] die Fallbeschleunigung den No[r]malwert 9,806 65 m/s² hat.
a) Masse Das Gramm — g, kg, dg, cg, mg. Die Tonne — 1 t = 1000 kg; 1 dt = 100 kg	a) Kraft Das Kil — Kil, mKil, µKil Das Ton — 1 Ton = 1000 Kil, 1 dTon = 100 Kil
b) Kraft Das Dyn — 1 dyn = 1 gcm/s² Der Stein — 1 sn = 10⁸ dyn	b) Masse Das Newton — 1 New = 1 Kil s²/[…]

$$1\ \text{kg} = \frac{1}{9{,}806\,65}\ \text{New};\quad 1\ \text{New} = 9{,}806\,65\ \text{kg} = 9806{,}65\ \text{g}$$

$$1\ \text{dyn} = \frac{1}{980\,665}\ \text{Kil} \approx 1{,}02 \cdot 10^{-6}\ \text{Kil} \approx 1{,}02\ \mu\text{Kil}$$

$$1\ \text{Kil} = 980\,665\ \text{dyn} \approx \frac{1}{102}\ \text{sn}$$

c) Arbeit und Energie.

Das Erg. — 1 erg = 1 dyn · cm = 1 gcm^2/s^2
Das Joule — 1 J = 10^7 erg
Die Wattsekunde — 1 Ws = 1 J
Das Helmholtz — 1 Helm = 1 sn · m = 1 kJ = 1 kWs = 10^{10} erg
Die Kilowattstunde — 1 kWh = 3600 sn · m = 3600 Helm

Das Mayer — 1 May = 1 Kil · m
Die Pferdestärkenstunde — 1 PSh = 270 000 May

$$1\ \text{Helm} = \frac{10^3}{9{,}806\,65}\ \text{May} \approx 102\ \text{May};\quad 1\ \text{J} \approx 0{,}102\ \text{May}$$

$$1\ \text{kWh} = 367\,200\ \text{May}$$

$$1\ \text{May} = 98\,066\,500\ \text{erg} = 9{,}806\,65\ \text{J} = 2{,}724 \cdot 10^{-6}\ \text{kWh} \approx \frac{1}{102}\ \text{kJ}$$

$$\approx \frac{1}{102}\ \text{kWs} \approx \frac{1}{102}\ \text{sn} \cdot \text{m} \approx \frac{1}{102}\ \text{Helm}$$

d) Drehmoment.

Das Lionard — 1 L = 1 dyn · cm = 1 gcm^2/s^2

Das Archimed — 1 Arch = 1 Kil · m; 1 c Arch = 1 Kil · cm

$$1\ \text{L} = \frac{1}{98\,066\,500}\ \text{Arch} \approx 1{,}02 \cdot 10^{-8}\ \text{Arch}$$

$$1\ \text{Arch} = 98\,066\,500\ \text{L}$$

e) Leistung.

Das Watt — 1 W = 1 J/s = 10^7 erg/s = $10^7\ gcm^2/s^3$
Das Kilowatt — 1 kW = 1 kJ/s = 1 sn · m/s = 1 Helm/s

Das Prony — 1 Pron = 1 Kil · m/s = 1 May/s
Die Pferdestärke — 1 PS = 75 Kil · m/s = 75 Pron

$$1\ \text{W} = \frac{1}{9{,}806\,65}\ \text{Pron} \approx 0{,}102\ \text{Pron}$$

$$1\ \text{kW} = \frac{1000}{9{,}806\,65}\ \text{Pron} \approx 102\ \text{Pron} \approx 1{,}36\ \text{PS}$$

$$1\ \text{PS} \approx 0{,}735\ \text{kW} \approx 0{,}735\ \text{sn} \cdot \text{m/s} \approx 0{,}735\ \text{Helm/s}$$

f) Spannung.

Das Bar ist gleich dem Druck oder Zug von 1 dyn auf 1 cm^2. — 1 bar = 1 dyn/cm^2
Das Pez — 1 Pez = 10 000 bar = $10^4\ dyn/cm^2$ = 1 sn/m^2
Die physikalische Atmosphäre (1 Atm) ist gleich dem Druck einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe bei 0^0 und normaler Fallbeschleunigung (980,665 cm/s^2). — 1 Atm = 1 013 253 bar
Das Toricelli (1 tor) ist gleich dem Druck einer Quecksilbersäule von 1 mm Höhe bei 0^0 und normaler Fallbeschleunigung. — 1 tor = $\frac{1}{760}$ Atm

Das Atmo, die technische Atmosphäre (1 at) ist gleich dem Druck oder Zug von 1 Kil auf 1 cm^2. — 1 at = 1 Kil/cm^2 = $10^{-4}\ Kil/m^2$

$$1\ \text{pez} = \frac{1}{98{,}0665}\ \text{Kil/cm}^2 = \frac{1}{98{,}0665}\ \text{at} \approx 0{,}0102\ \text{at}$$

$$\approx 0{,}0102\ \text{Kil/cm}^2 \approx 102\ \text{Kil/m}^2$$

$$1\ \text{Atm} = \frac{1\,013\,253}{980\,665}\ \text{at} = 1{,}0333\ \text{at}$$

$$1\ \text{at} = 1\ \text{Kil/cm}^2 = 0{,}9678\ \text{Atm} = 98{,}0665\ \text{pez} = 980\,665\ \text{bar}$$

Aus den Erläuterungen zu dem vorstehenden Entwurf
(vollständiger Abdruck s. ETZ.)

Der vorliegende Entwurf stellt das physikalische und das technische Maßsystem als gleichberechtigt nebeneinander und schlägt für eine Reihe mechanischer Größen neue Einheitsnamen und Bezeichnungen vor.

Die Physiker berufen sich darauf, daß das Kilogramm international als Einheit der Masse allgemein angenommen ist und daher in der deutschen Maß- und Gewichtsordnung vom 30. Mai 1908, Reichsgesetzblatt Seite 349, mit den Worten „Das Kilogramm ist die Masse des internationalen Kilogrammprototyps" ausdrücklich als eine Masse gekennzeichnet wird. Schon aus diesen beiden Gründen wäre es aussichtslos, die Physiker zum Aufgeben ihres Standpunktes veranlassen zu wollen. Der Name Kilogramm ist daher eindeutig für die Masseneinheit im physikalischen Maßsystem angenommen worden.

Für die technische Krafteinheit wird das Kil (gedehntes i) vorgeschlagen, da Kilo sich nicht eignet; Einheitszeichen Kil mit großem K, ungekürzt. Einheit der Arbeit Kilmeter (Kil.m).

Bei dieser grundsätzlichen Einigung über die Einheitsnamen der Masse und der Kraft in beiden Systemen bleibt natürlich das Gramm als der 1000 ste Teil des Kilogramms dem physikalischen Maßsystem erhalten und hat im technischen keinen Platz mehr. An die Stelle des bisherigen Kraft-Gramms tritt folgerichtig nach den allgemeinen Grundsätzen das Millikil (m Kil). Der 1 000 000 ste Teil eines Kil ist das μ Kil (gesprochen Mikrokil). — Für die bisherige Krafttonne wird zum Unterschied von der verbleibenden Massentonne mit dem Einheitszeichen t das Ton eingeführt, welches ungekürzt zugleich auch Einheitsbezeichnung ist. Das Ton ist ein in der Schiffsvermessung gängiger Name, wird aber besonders in England und Amerika für eine ganze Reihe verschieden großer Gewichte benutzt.

Für die neu vorgeschlagenen Einheitsnamen waren folgende Überlegungen maßgebend:

Isaac Newton, der Schöpfer der klassischen Mechanik, hat den Begriff der Masse eingeführt.

Robert Mayer hat als erster die Äquivalenz von Wärme und Arbeit erkannt.

James Prescott Joule hat das mechanische Wärmeäquivalent durch sorgfältige Messungen bestimmt.

Hermann Helmholtz hat die umfassende Bedeutung des Prinzips von der Erhaltung der Energie erkannt.

Archimedes hat einen Beweis für den Satz von der Gleichheit der Drehmomente am ungleicharmigen, lotrecht belasteten Hebel gegeben.

Lionardo da Vinci hat den Satz von der Gleichheit der Drehmomente auf schief am Hebel wirkende Kräfte erweitert.

Prony hat als erster die Leistung der Maschinen mittels des Bremszaumes bestimmt.

Toricelli entdeckte den Luftdruck und hat als erster den Druck der Atmosphäre durch eine Quecksilbersäule gemessen.

Der Stein. Diese Einheit wird im neuen französischen Gesetz über die Masseneinheiten sthène (vom griechischen sthenos, Kraft) genannt. Es schien zweckmäßig, diesen Namen einzudeutschen; es wird vorgeschlagen, dafür das gleichklingende Wort Stein zu wählen, das auch einen vorstellbaren Zusammenhang mit dem Kraftbegriff hat.

Das Bar ist vom griechischen barys, schwer, abgeleitet; vgl. Barometer.

Das Pez. Diese Einheit wird im neuen französischen Gesetz über die Maßeinheiten pièze genannt und ist von dem griechischen piëzein = drücken abgeleitet. Das im Deutschen schlecht zu sprechende Wort ist in Pez umgewandelt worden.

Die Einheitsnamen werden abgekürzt geschrieben, aber unverkürzt gesprochen. Bei Zusammensetzungen wird hinter die Abkürzung ein Punkt gesetzt, hinter Einheitszeichen nicht: 1 Kil.m, dagegen 1 km ohne Punkt.

Bücherschau.

Lehrbuch der Chemie. Von Professor M. Trautz. Erster Band: Stoffe. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. XXVIII und 534 Seiten.

Die fortschreitende Entwicklung hat in immer höherem Maße zum Zerfall des chemischen Wissensgebietes in einzelne Teilgebiete geführt. Den Nachteilen, die eine solche Entwicklung mit sich bringt, sucht der Verfasser durch sein Werk entgegenzutreten, das in drei handlichen Bänden die ganze Chemie und alle ihre Teilgebiete bringen soll. Es entstand aus dem Wunsche, dem Chemiestudierenden einen Ratgeber zur Seite zu stellen, der ihm das wirklich Unentbehrliche der eigenen Wissenschaft und die Brücken zum Notwendigsten in den Nachbargebieten (Physik, Mathematik) weist, ohne irgend erhebliche Vorbildung zu verlangen.

Der vorliegende erste Band führt den Untertitel „Stoffe" und zerfällt in drei Teile. Der erste Teil „Stöchiometrie" handelt von den Elementen und der Verbindung der Stoffe untereinander. Die hier gewählte Anordnung unterscheidet sich von der sonst allgemein üblichen dadurch, daß nicht die einzelnen Elemente mit ihren Verbindungen, sondern die einzelnen Körperklassen, die Elemente, Hydride, Oxyde, Sulfide usw., nach dem periodischen System unterteilt, gesondert behandelt werden. Durch diese Anordnung und mit Hilfe geeigneter Tabellen werden die dem Vereinigungsbestreben der Elemente zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten besonders klar zum Ausdruck gebracht. Der zweite Teil „Elektrochemie I. Teil" beschäftigt sich mit der Verbindung der Stoffe mit Elektrizität, der dritte Teil „Thermochemie" mit der Verbindung der Stoffe mit Energie. Beide Teile beginnen mit einem rein physikalischen Abschnitt, der die nötigen Vorkenntnisse vermittelt, und schließen mit den Anwendungen auf synthetischem, analytischem und technischem Gebiete.

Das Werk, mit dem der Verfasser einen neuen Weg beschreitet, ist besonders gekennzeichnet durch die enge Vereinigung, die gegenseitige Durchdringung von darstellender und allgemeiner Chemie. Sein Studium wird in erster Linie reiferen Studenten und solchen, die nach abgeschlossener Ausbildung ihre Kenntnisse erweitern und vertiefen wollen, von Nutzen sein. Auch der Lehrer wird reiche Anregung aus dem Werke schöpfen.

[1463] R. Ruer.

Beitrag zur Thermodynamik des Trocknens

Von Dr.-Ing. F. Merkel, Dresden.

(Schluß von S. 84)

Temperatur der Heißluft.

Bei vielen Trockenanlagen führt man die gesamte erforderliche Wärme der Frischluft vor dem Eintritt in den Trockner zu. Sie wird dabei auf t_1 erhitzt. Das Wärmeverbrauchdiagramm gestattet, diese Temperatur für den verlustlosen Vorgang zeichnerisch zu ermitteln.

$$q = l\, c_p' \; (t_1 - t_0).$$

Zum Erwärmen der Frischluft von t_0 auf t_2° C braucht man nach Gl. 3 $\qquad \Delta q = l\, c_p' \; (t_2 - t_0)$.

$$\frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0} = \frac{q}{\Delta q}.$$

Abb. 6. Konstruktion der Verdampfungslinie bei Heißlufttrocknung

Daraus ergibt sich die in Abb. 6 angegebene Konstruktion. Darin ist

$$MP = q, \; PN = \Delta q, \; PR = t_2 - t_0, \; \frac{LS}{PR} = \frac{MP}{PN},$$

also $LS = t_1 - t_0$. Die Abszisse von S ist t_1.

Oft kann man die Temperatur der Heißluft nicht beliebig hoch wählen, weil sie durch die Heizanlage oder die Empfindlichkeit des Trockengutes begrenzt wird. Dann ist zu untersuchen, wie sich der Wärmeverbrauch mit dem Zustand der Abluft ändert und in welchen Grenzen überhaupt sich der Abluftzustand ändern kann, wenn t_1 festliegt. Unter Umkehrung der eben angegebenen Konstruktion kann man von einem bestimmten Wert von t_1 aus zu jeder Ablufttemperatur den spezifischen Wärmeverbrauch und Linien gleicher Temperatur der Heißluft im Diagramm finden, s. Abb. 7. Im praktischen Betrieb liegt t_1 meist unter 100° C und nur selten beim Trocknen von sehr feuchtem Gut viel höher.

Abb 7. Kurven gleicher Temperaturen der Heißluft.

Beim Trocknen mit gegebener Temperatur der Heißluft muß man möglichst hohe relative Sättigung der Abluft erreichen, um zu geringem Wärmeverbrauch zu gelangen. Die Heißluft muß so warm wie möglich sein. Bei niedriger Temperatur fällt der Wärmeverbrauch zwar wieder, aber der spezifische Luftbedarf wird dann außerordentlich hoch, so daß Ventilator und Trockner unzulässig groß werden.

Der Nachteil des Heißlufttrocknens ist, daß bei den praktisch möglichen Temperaturen der Heißluft keine genügend warme und hoch gesättigte Abluft erreicht werden kann. Zumeist (bei t_1 zwischen 50 und 150° C) arbeitet der Trockner gerade im ungünstigsten Gebiet des höchsten spezifischen Wärmeverbrauches und mit großem spezifischem Luftbedarf. Eine Besserung bringt die allmähliche Zuführung der Wärme **während** des Trockenvorganges hervor. Die höchste zulässige Temperatur der feuchten Luft muß auf ihrem ganzen Weg durch den Trockner durch Wärmezufuhr dauernd erhalten oder wenigstens stufenweise immer wieder erreicht werden (Stufentrockner).

Beträgt z. B. die höchste zulässige Temperatur 75° C, dann wird nach Abb. 7 bei voll gesättigter Abluft mit Vorerhitzung der Punkt P_1, mit allmählicher Wärmezufuhr der Punkt P_2 erreicht. Für die relative Feuchtigkeit der Abluft $\varphi_2 = 0{,}25$ erhält man entsprechend die Punkte P_1' und P_2'. Aus dem Diagramm kann man dann folgende Werte für den Wärmeverbrauch und den Luftbedarf entnehmen:

	$\varphi_2 = 1$		$\varphi_2 = 0{,}25$	
	q kcal/kg	l kg/kg	q kcal kg	l kg kg
mit Vorerhitzung der Frischluft . . .	705	50	1095	75
mit allmählicher Wärmezufuhr . . .	620	2,7	828	15

Neben dem Wärmeverbrauch wird also beim Trockner mit allmählicher Wärmezufuhr vor allem der Luftbedarf beträchtlich verringert.

Vereinfachung des Diagrammes.

Sehr unbequem ist, daß man das Wärmeverbrauchdiagramm für jeden Zustand der Frischluft neu aufzeichnen muß.

Nach

$$q = 596 + 0{,}44\, t_2 + c_p' \frac{t_2 - t_0}{w_2 - w_0} \quad . \; . \; . \; . \; (4)$$

wird das Diagramm bedeutend allgemeiner, wenn man als Abszissen nicht t_2, sondern $t_2 - t_0$, also den Unterschied zwischen den Temperaturen von Frischluft und Abluft wählt, und nicht Linien gleichen Wassergehaltes der Abluft w_2, sondern Linien gleicher Zunahme des Wassergehaltes $w_2 - w_0$ einträgt. Beachtet man weiter, daß man fast stets ausreichend genau für die spezifische Wärme der Frischluft einen mittleren Wert $c_p' = 0{,}245$ kcal/kg ° C setzen kann, dann erhält man für alle Fälle Kongruentscharen von Geraden, deren Schnittpunkte A mit der Verdampfungslinie die Ordinaten $596 + 0{,}44\, t_0$ haben. Wählt man als Ordinaten nicht $q + t_w$, sondern $q + t_w - 0{,}44\, t_0$, dann gilt für jeden Zustand der Frischluft ein Diagramm, dessen Verdampflinie bei $i_2 = 596$ die Ordinatenachse schneidet, s. Abb. 8.

Die Gerade $\Delta = 0{,}44\, t_0$ ist vom Anfangspunkt 0 nach links unten gezogen. Der Punkt $t_2 - t_0 = -t_0$ auf dieser Geraden bestimmt die Achsen eines Wärmeverbrauchdiagrammes in der früheren Form, das für t_0 gilt. Aus diesem Diagramm kann man den spezifischen Wärmeverbrauch eines Trockners bei bekanntem Zustand von Frischluft und Abluft rasch abgreifen. Seine Genauigkeit reicht für den praktischen Gebrauch vollkommen aus, und es leistet besonders beim Auswerten von Versuchen an Trockenanlagen gute Dienste, s. a. Abb. 9.

Die Beurteilung ausgeführter Trockner durch Wirkungsgrade.

Vom thermischen Standpunkt aus ist die natürliche Trocknung mit dem Wärmeverbrauch null das theoretisch günstigste

Verfahren. Mit ihr verglichen, hat jeder anders arbeitende Trockner den Wirkungsgrad null. Bei industriellen Trockenanlagen ist jedoch im allgemeinen die Abluft wärmer als die

Abb 8. Vereinfachtes Diagramm des Wärmeverbrauches.

Frischluft. Man zieht daher für Vergleiche am besten dasjenige Verfahren heran, bei dem die zugeführte Wärme ausschließlich dazu dient, das aufzutrocknende Wasser in

Abb. 9. Wärmeverbrauchdiagramm für Trockner.

Dampf von Außentemperatur zu verwandeln. Es ist im Wärmeverbrauchdiagramm durch den Punkt A gekennzeichnet und hat den spezifischen Wärmeverbrauch

$$q_{th} = 596 + 0{,}44\, t_0 - t_w = \sim i_0'' - t_w .$$

Der thermische Wirkungsgrad der verlustlosen Trocknung mit dem Wärmeverbrauch q wird damit

$$\eta_{th} = \frac{q_{th}}{q} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6).$$

Beim ausgeführten Trockner tritt noch die Wärme hinzu, die zum Erwärmen des Trockengutes (q_g) und zur Deckung der Strahl- und Leitungsverluste (q_s), sowie in der Form von Arbeit zum Fördern der Luft (q_v) verbraucht wird. Alle Wärmemengen werden in kcal auf 1 kg aufgetrocknetes Wasser bezogen.

$$q_{ges.} = q + q_g + q_s + q_v .$$

Für q_v hätte man eigentlich nicht nur das Wärmeäquivalent der vom Ventilator verbrauchten Arbeit, sondern ihre Erzeugungswärme einzusetzen, aber theoretisch ist es immer möglich, die Abwärme der Krafterzeugung restlos dem Trockner zuzuführen.

Der Vergleich der insgesamt verbrauchten Wärme $q_{ges.}$ mit der mindest erforderlichen Wärme q_{th} ergibt den thermischen Wirkungsgrad des ausgeführten Trockners

$$\eta_{thi} = \frac{q_{th}}{q_{ges.}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7).$$

Er ist ein Maß für die Wirtschaftlichkeit, mit der der Trockner arbeitet.

Um die Güte der Ausführung zu prüfen, vergleicht man den wirklichen Trockenvorgang mit dem verlustlosen bei gleichem Zustand von Frischluft und Abluft und erhält den Betriebswirkungsgrad des Trockners, der dem indizierten Wirkungsgrad der Kraftmaschine entspricht:

$$\eta_i = \frac{q}{q_{ges.}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (8).$$

Den Zusammenhang zwischen den drei Wirkungsgraden ergibt

$$\eta_{thi} = \eta_i\, \eta_{th} .$$

Zahlenbeispiel.

Wärmeverbrauch und Wirkungsgrade einer Trockenanlage sollen aus Versuchsergebnissen berechnet werden: Gemessen wurden

Temperatur der Frischluft . . . . . . $t_0 = 20°$ C,
relative Feuchtigkeit der Frischluft . . $\varphi_0 = 1$,
Temperatur der Abluft . . . . $t_2 = 60°$ C,
relative Feuchtigkeit der Abluft . . . $\varphi_2 = 0{,}25$,
Heißlufttemperatur . . . . $t_1 = 150°$ C,
Barometerstand . . . . $b = 760$ mm Q.-S.,
Temp. des aufzutrocknenden Wassers $t_w = 15°$ C.

Der Wassergehalt von Frischluft und Abluft ist

$$w_0 = 0{,}01475 \text{ kg/kg},$$
$$w_2 = 0{,}03230 \text{ kg/kg},$$
$$w_2 - w_0 = 0{,}01755 \text{ kg/kg}.$$

Damit läßt sich im Diagramm, Abb. 8, der Wärmeverbrauch für verlustloses Trocknen abgreifen:

$$q + t_w - 0{,}44\, t_0 = 1175 \text{ kcal/kg},$$
$$q = 1175 - 15 + 8{,}8 = 1169 \text{ kcal/kg}.$$

Die theoretisch erforderliche Wärme, entsprechend Punkt $\boldsymbol{A}$, beträgt $q_{th} = 596 - 15 + 8{,}8 = 590$ kcal/kg.

Damit wird der thermische Wirkungsgrad des verlustlosen Trockenvorganges

$$\eta_{th} = \frac{q_{th}}{q} = \frac{590}{1169} = 0{,}505 .$$

Bei verlustlosem Trocknen mit Heißluft ist nach Abb. 8 die Temperatur

$$t_1' - t_0 = 83° \text{ C}, \quad t_1' = 103° \text{ C},$$

und beim wirklichen Vorgang

$$t_1 = 150° \text{ C}, \quad t_1 - t_0 = 130° \text{ C},$$

und damit die wirklich zugeführte Wärme

$$q + q_g + q_s = q\,\frac{t_1 - t_0}{t_1' - t_0} = 1169\,\frac{130}{83} = 1832 \text{ kcal/kg}.$$

Also gehen mit dem Trockengut und durch Strahlung und Leitung $q_g + q_s = 1832 - 1169 = 663$ kcal/kg verloren.

Außer der mit der Heißluft zugeführten Wärme wird noch Energie zum Antrieb des Ventilators verbraucht. Angenommen, der Überdruck der Luft beim Eintritt in den Trockner sei $h = 60$ mm W.-S., dann ist bei 50 vH Ventilatorwirkungsgrad die erforderliche Energiemenge

$$L_v = \frac{1}{0{,}5}\, l\, v\, h \text{ mkg};$$

v ist das spezifische Volumen der feuchten Luft, bezogen auf 1 kg Reinluftanteil,

$$v = \frac{R\,T}{P_L} = 0{,}85 \text{ m}^3\text{/kg}.$$

Der spezifische Luftbedarf l läßt sich dem Diagramm entnehmen oder leicht berechnen:

$$l = \frac{1}{w_2 - w_0} = \frac{1}{0{,}01755} = 57{,}0 \text{ kg/kg}.$$

Damit wird die zuzuführende Wärme

$$q_v = \frac{L_v}{427} = 13{,}6 \text{ kcal/kg.}$$

Also ist die gesamte aufzuwendende Wärme

$$q_{ges.} = 1832 + 13{,}6 = 1846 \text{ kcal/kg,}$$

der Betriebswirkungsgrad

$$\eta_i = \frac{q}{q_{ges.}} = 0{,}634$$

und der thermische Wirkungsgrad der ganzen Anlage

$$\eta_{thi}\frac{q_{th}}{q_{ges.}} = 0{,}32 .$$

Weitere Anwendung des Wärmeverbrauchdiagramms.

Die Anwendung des Diagramms ist keineswegs auf Trocknung beschränkt. Es eignet sich auch dazu, den Wärmeumsatz überall dort zu verfolgen, wo sich in einem Gemisch aus einem Gas und einem Dampf das Mischungsverhältnis ändert, indem der Dampfanteil durch Verdunsten weiterer Flüssigkeit vermehrt oder durch Kondensation verringert wird. Hierher gehören z. B. die Luftbefeuchtung, die Verdunstungskühlung, das Vergasen flüssiger Brennstoffe und das Trocknen von Luft durch Abkühlen.

Im folgenden sei seine Anwendung auf die Verdunstungskühlung (Kaminkühler) und auf die Lufttrocknung durch Abkühlen kurz erläutert:

Verdunstungskühlung.

Im Verdunstungskühler wird einer Wassermenge W kg die Wärmemenge $Q = W(t_{w1} - t_{w2})$,

die Kühlleistung, dadurch entzogen, daß ein Teil W_0 des Wassers verdunstet und von der meist mit natürlichem Zug durch den Kühler geförderten Luft aufgenommen wird. Diese hat zunächst die Temperatur t_0 und den Wassergehalt w_0. Sie wird im Gegenstrom durch Riesel- oder Zerstäubungsvorrichtungen mit dem abzukühlenden Wasser in Berührung gebracht, so daß sie den Kühler mit der Temperatur t_2 und der relativen Feuchtigkeit φ_2 verläßt. Im Grenzfall erreicht die Abzugtemperatur der Luft t_2 die Anfangstemperatur t_{w1} des Kühlwassers, und die Luft ist vollkommen mit Wasser gesättigt, also $\varphi_2 = 1$. Die Wärme für die Verdunstung des Wassers und die Erwärmung der Luft wird dem abzukühlenden Wasser entzogen. Die verdunstete Wassermenge W_0 muß durch Zusatzwasser von der Temperatur t_z ersetzt werden.

Für 1 kg verdunstetes Wasser braucht man $l = \frac{1}{w_2 - w_0}$, also für W_0 kg Wasser $L = \frac{W_0}{w_2 - w_0}$ kg Reinluft.

Da die dem Kühler zugeführten und die daraus austretenden Wärmemengen gleich sind, so ist

$$W t_{w1} + W_0 t_z + L j_0 = W t_2 + L j_2 ,$$

$$W(t_{w1} - t_{w2}) = L(j_2 - j_0) - W_0 t_z .$$

$W(t_{w1} - t_{w2})$ ist die Kühlleistung Q. Mit dem berechneten Wert L ist also

$$Q = W_0\left(\frac{j_2 - j_0}{w_2 - w_0} - t_z\right),$$

$$\frac{Q}{W_0} = \frac{j_2 - j_0}{w_2 - w_0} - t_z,$$

$$q + t_z = \frac{j_2 - j_0}{w_2 - w_0} .$$

q, d. h. die auf 1 kg Zusatzwasser entfallende Kühlleistung, ist gleich dem Wärmeverbrauch des verlustlosen Trockners bei demselben Zustand von Frischluft und Abluft mit der Wassertemperatur des Zusatzwassers. Sie kann ohne Rechnung dem Wärmeverbrauchdiagramm entnommen werden.

Bei bekannter Kühlleistung Q ist daher die Zusatzwassermenge $W_0 = \frac{Q}{q}$ und die erforderliche Luftmenge $L = l\,w_0$, wobei l ebenfalls dem Diagramm entnommen werden oder aus $l = \frac{1}{w_2 - w_0}$ berechnet werden kann.

Mit dem Diagramm kann man also für einen Kühler von geforderter Leistung bei bekanntem Zustand von Frischluft und Abluft und bekannter Temperatur des Zusatzwassers die erforderlichen Mengen von Luft und Zusatzwasser fast ohne Rechnung bestimmen. Meist kann man annehmen, daß die Abluft voll gesättigt ist und die Temperatur des abzukühlenden Wassers hat.

Trocknen von Luft durch Abkühlung.

Um Luft von der Temperatur t_2 und dem Wassergehalt w_2 zu trocknen, d. h. ihr einen Teil ihres Wassergehaltes zu entziehen, bis sie nur noch w_0 kg/kg enthält, wird sie durch Wärmeentziehung auf die Temperatur t_0 abgekühlt. Dabei nimmt zunächst ihre relative Feuchtigkeit zu, ohne daß sich der Wassergehalt ändert, bis sie mit dem Wassergehalt w_2 bei der Temperatur t_2'' voll gesättigt ist. Bei weiterer Abkühlung kondensiert ein Teil des Wasserdampfes, die Luft bleibt stets voll gesättigt und enthält schließlich den gewünschten Wassergehalt w_0 bei einer Temperatur t_0, die sich aus

$$w_0'' = \frac{(273 + t_0)\,\gamma''}{0{,}465\,(b - q_D'')}$$

ergibt. Die Gleichung muß durch Probieren gelöst werden. Am bequemsten findet man t_0 aus einer Zahlentafel oder einem Diagramm über den Wassergehalt voll gesättigter Luft in Abhängigkeit von der Temperatur.

Der Vorgang ist nichts anderes als die Umkehrung eines gewöhnlichen Trockenvorganges mit Frischluft von der Temperatur t_0 und dem Wassergehalt w_0, der Wassertemperatur $t_w = t_0$ und Abluft von der Temperatur t_2 und dem Wassergehalt w_2. Also läßt sich die Wärmemenge q_k, die man der Luft entziehen muß, um 1 kg Wasser daraus zu entfernen, unmittelbar aus dem Wärmeverbrauchdiagramm abgreifen. Aus 1 kg Luft sind $w_2 - w_0$ kg Wasser abzuscheiden, also ist die zu entziehende Wärme $k = q_k\,(w_2 - w_0)$ kcal/kg. [A 1347]

Prüfungsausschreiben für Aluminiumleiter-Armaturen.

Der Metallwirtschaftsbund erläßt ein Prüfungsausschreiben für Verbindungs- und Befestigungsteile bei Verwendung von Aluminium oder Stahlaluminium als Leiter, dessen „Nähere Bedingungen" durch die Beratungsstelle des Metallwirtschaftsbundes, Berlin W 35, Potsdamer Straße 122 a—b, unentgeltlich bezogen werden können.

Der Zweck des Ausschreibens liegt darin, eine größere Verwendungsmöglichkeit des Aluminiums herbeizuführen, die bisher zum großen Teil deshalb nicht ausgenutzt wurde, weil es an geeigneten Armaturen usw. für Aluminium und insbesondere bei Freileitungen für Stahlaluminium mangelte.

Ein Zulassungsausschuß, dessen Spruch endgültig ist, entscheidet darüber, ob die eingereichten Armaturen den Bedingungen des Prüfungsausschreibens genügen. Aus den „näheren Bedingungen" sei folgendes mitgeteilt:

Zur Beteiligung an dem Wettbewerb ist jedermann zugelassen. Das geistige Eigentum an den eingereichten Armaturen verbleibt dem Erfinder oder dem Einsender. Preise werden nicht verteilt, dagegen werden die zugelassenen Konstruktionen in einer besonderen Ausstellung der Allgemeinheit zugänglich gemacht.

Das Prüfungsausschreiben erstreckt sich auf folgende Gegenstände:

1. Armaturen für Freileitungen, und zwar aus Rein- und Stahlaluminium: Auf Zug beanspruchte und nicht auf Zug beanspruchte Vorrichtungen zum Verbinden von Seilen (beide auch für Verbindungen von Aluminium mit anderen Metallen); ferner Vorrichtungen zum Abzweigen von Leitungen und zum Abspannen von Seilen sowie Leitungsbefestigungen an Stütz- und Hängeisolatoren.

2. Armaturen für Installationen zum Verbinden von Aluminium mit Aluminium oder Aluminium mit andern Metallen. Verbindungsklemmen (in Abzweigdosen), Abzweigklemmen, Kabelschuhe, Lüsterklemmen, Mauerdurchführungen und Klemmen für Verteiltafeln.

3. Armaturen für Schaltanlagen aus Rundaluminium- und Aluminiumrohr: Leitungsträger für Stützen, Verbindungs- und Abzweigklemmen, Kabelschuhe, aus Aluminium. Flachschienen; Leitungsträger für Stützen sowie Verbindungen zwischen Flachschienen und Apparaten bei Stromstärken über 350 A.

4. Armaturen für Kabel mit Aluminiumleitern: Verbindungsmuffen, Abzweigmuffen, Endverschlüsse, Kabelschuhe und Kabelkästen. [M 334]

CHRONIK 1922

(Fortsetzung von Seite 87.)

Gesundheitsingenieurwesen.

serversorgung und wässerbeseitigung Aus den vorhandenen und noch überall im deutschen Berg- und Hügelland geplanten Talsperren soll zwar vor allem Wasser-, Zuschußwasser für schiffbare Flüsse bei Trockenheit und Schutz n Hochwasserschäden gewonnen werden, jedoch dient diese erspeicherung in vielen Fällen der Gewinnung von Trink- und chwasser. Auch die Abwasserbeseitigung wird durch solche An- berührt, so z. B. im Saaletal, wo der Plan erörtert wird, im hluß an Wasseraufspeicherung im Oberlauf des Flusses einen Kraft- en von Ziegenrück bis Orlamünde zu bauen; hierdurch würde die aalfeld und Rudolstadt vorüberführende Flußstrecke auf insgesamt 0 km Länge zeitweise fast trocken gelegt werden. Im vorläufigen chswirtschaftsrat wurde über Fragen der Wasserkraft- nnung und Wasserwirtschaft (einschließlich Abwasserbeseitigung) ehend beraten, um eine reichsgesetzliche Regelung vorzubereiten. In ßen ist ein Landesgesundheitsrat gebildet worden, in en Ausschuß für Wasser-, Abwasser- und Wohnungsfragen außer izinern auch einige Ingenieure und Chemiker sitzen.

Die hohen Preise zwingen heute vielfach dazu, auf Grundwasser zu ichten und auf die Wasserversorgung aus Flüssen und Seen zurück- eifen, die z. B. in Nordamerika überwiegt. Die dort bereits stark reitete Behandlung des Wassers mit Chlor zum Reinigen vor der vendung als Trinkwasser gewinnt deshalb zurzeit auch in Deutsch- l immer mehr an Boden. Wegen der Einleitung von Kaliab- sser in die deutschen Flüsse haben die Kaliwerke im abgelaufenen auch weiterhin dafür gekämpft, daß die Grenze der zulässigen Ver- ung des Flußwassers durch Endlaugen von den Behörden noch höher tzt werde.

Die Frage der Reinigung von städtischem Abwasser mittels aktivierten Schlamms (Belüftung des Schlamms durch eingeblasene) hat die Aufmerksamkeit der Fachkreise rege gehalten. In England Nordamerika sind weitere derartige Anlagen gebaut und in Angriff ommen worden, als größte eine Kläranlage in Milwaukee am Michigan- in der täglich 300 000 m³ Abwasser zu reinigen sind. Die Be- bungen, den Dungwert des städtischen Abwassers durch Beregnung größerer Landflächen landwirtschaftlich zu nutzen, wurden gesetzt. Eine Anzahl deutscher Fabriken sind dauernd bemüht lieben, ihre Beregnungsvorrichtungen zu verbessern und zu ver- kommnen.

llbeseitigung Wegen der hohen Fuhrkosten wird die Frage der Verbrennung des Mülls in manchen deutschen Städten eut erwogen. Die Zahl der Müllverbrennungsanlagen ist in England und damerika sehr hoch, in Deutschland sind etwa ein Dutzend vorhanden. dem Krieg ist die Zusammensetzung des Mülls für die Verbrennung en deutschen Städten schlechter geworden. Das Verfahren des Schmelz- Hüttenwerks Oberschöneweide bei Berlin („Suhö"-Verfahren) be- eckt, durch Absieben der unverbrennbaren Stoffe und Sichtung in ver- iedene Bestandteile die Brennbarkeit des Mülls zu verbessern. Aus Müllschlacke lassen sich Straßen- und Bausteine herstellen, deren wendungsgebiet infolge der Teuerung der Baustoffe wächst. Die dt Kiel hat mit dem Bau einer solchen Verwertungsanlage begonnen. Berlin wird erwogen, die hohen Müllabfuhrkosten dadurch zu ersparen, das Müll in die städtischen Kanäle eingeschüttet und zusammen mit n Abwasser nach den Rieselfeldern gepumpt werden soll.

uftreinigung Als Sammelstelle für Forschungen und Beobachtungen hinsichtlich der Verunreinigung der Luft durch Staub, uch und Ruß ist in der Landesanstalt für Wasserhygiene in Berlin- hlem eine besondere Abteilung für Lufthygiene geschaffen worden. In asgow hat man beobachtet, daß die Sterblichkeit in den Wintermonaten Kälte, Nebel und Windstille wesentlich größer ist als sonst. Dies wird einem wesentlichen Teil dem Kohlenrauch zur Last gelegt, und es ist rgeschlagen worden, von der Kohlen- zur Gasfeuerung überzugehen.

[M 285] Baurat Dr.-Ing. Schiele.

Heizung.

Im Jahre 1922 brach sich mehr und mehr die Überzeugung Bahn, ß wir auf absehbare Jahre hinaus mit einer zunehmenden Teuerung d einer weiteren Verminderung der namentlich für Hausbrand zur rfügung zu stellenden Brennstoffmengen zu rechnen haben werden. erauf haben sich nunmehr die ganze Industrie und die Verbraucher- eise eingestellt.

Stubenöfen und Sammelheizung Die Bestrebungen, die Betriebe der Einzelöfen unserer Wohnräume wirtschaftlicher zu gestalten, sind fortgesetzt worden, ohne jedoch im esentlichen besondere Fortschritte erreicht zu haben. Zwar werden ue und verbesserte Kachelöfen und eiserne Öfen mit angeblich wesent- h höherem Wirkungsgrad angepriesen. Während diese wohl im Labo- torium und auf dem Versuchstand sehr günstige Zahlen ergeben, kann er in absehbarer Zeit mit einer wesentlichen Verminderung des Brenn- offverbrauchs kaum gerechnet werden, solange nicht die Allgemein- eit zu einer zweckmäßigen Bedienung der Öfen erzogen orden ist.

Für die Sammelheizung regte die Knappheit und Teuerung des wichtigen Brennstoffes, der Koks, die Verwendung von Ersatzbrennstoffen, wie Braunkohlen, Torf, Holzabfällen, weiter an, ohne daß aber auch hier ein technischer Abschluß erreicht worden wäre. Die Frage der Verwendung heimischer minderwertiger Brennstoffe scheiterte vielfach an den fast nur für Koksfeuerung eingerichteten älteren Bauarten der Sammelheizungskessel. Dem gegenüber steht allerdings ein erheblicher Fortschritt in der Einrichtung von Sonderfeuerungen, im Einbau von Treppen- oder Muldenrosten vor vorhandenen Kesseln oder im Neueinbau von Sonderkesseln.

Trotz der Schwierigkeiten, mit denen die Zentralheizungsindustrie vielfach auch infolge der irregeleiteten öffentlichen Meinung zu kämpfen hatte, befestigte sich im abgelaufenen Jahre sowohl bei Fachleuten wie bei Laien die in den Vorjahren ins Wanken gekommene Überzeugung, daß die zentrale Beheizung großer Wohnkomplexe, öffentlicher und amtlicher Gebäude, Banken, Warenhäuser die für unser Klima einzig richtige, weil hygienisch und wirtschaftlich höchststehende Heizart ist.

Abwärmeverwertung Sehr erhebliche Fortschritte sind mit der Verwendung der Abfallwärme gemacht worden. Wärmequellen, wie sie sich besonders bei Hüttenwerken, Kokereien, bei Gasbetrieben, Elektrizitätswerken befinden, wurden im abgelaufenen Jahr in steigendem Maße zur Heizung von Wohn- und Aufenthaltsräumen sowie von Fabrikräumen herangezogen. So ist namentlich Hamburg in den beiden letzten Jahren bahnbrechend vorangegangen, das in der Innenstadt eines der größten auf Abwärme beruhenden Fernheizwerke errichtet hat.

Ausstellungen Zur Erziehung der Allgemeinheit haben in den Jahren 1921/22 die zuständigen Landeskohlenstellen Wanderausstellungen „Die Wärme in Haushalt und Kleingewerbe" in München, Breslau, Berlin, Königsberg, Düsseldorf, Mannheim und Nürnberg veranstaltet. Ebenso fanden in Hagen, Kassel, Essen, Stettin usw. auf Veranlassung und mit Unterstützung der dortigen städtischen Behörden wärmetechnische Ausstellungen statt.

Stockwerk-Sammelheizung Die fortschreitende Entwicklung des Siedlungs- und Kleinhausbauwesens brachte 1922 auf dem heiztechnischen Gebiet bemerkenswerte Neuerungen. Die Vorzüge der Sammelheizung führten zur Konstruktion von Warmwasserheizungen, die eine Mittelstufe zwischen der Sammelheizung und der Ofenheizung darstellen: ein gußeiserner Kessel mit geringem Wasserinhalt vom Aussehen eines gewöhnlichen Stubenofens, der eine gute Wärmeentwicklung, schnellen Wasserumlauf und ein rasches Anheizen der Räume gewährleistet.

Zu diesen Kesseln werden vielfach neuartige Heizkörper von ebenfalls geringem Wasserinhalt und großer Oberfläche benutzt. Außerdem werden die Heizkörper möglichst in den inneren Ecken nebeneinanderliegender Räume aufgestellt, so daß die Leitungen recht kurz gehalten werden können.

Die zunehmende Eisenknappheit und namentlich die ins ungeheuerliche gestiegenen Frachtkosten und Arbeitslöhne zwingen dazu, alle Heizeinrichtungen nach Möglichkeit mit geringstem Gewicht herzustellen. So sind im Jahre 1922 mehrere Radiatorenfabriken mit der Konstruktion leichter gußeiserner Heizkörper herausgekommen, und ferner hat die Verwendung schmiedeiserner Heizkörper erfreuliche Fortschritte gemacht, namentlich auf dem Gebiete der Warmwasserheizung, wo eine Rostgefahr nicht besteht. Aus den gleichen Gründen hat man schmiedeiserne Kessel anstelle der gußeisernen verwendet, wobei namentlich die leichtere Ausbessermöglichkeit vielfach bestimmend gewesen ist.

Literatur Auf dem Gebiete der Literatur sind besonders zwei Neuerscheinungen zu erwähnen. Das Buch von Dr. Hencky „Wärmeverluste durch ebene Wände" verfolgt den Grundsatz, die Einzelvorgänge bei dem Wärmeaustausch näher zu beleuchten und diese vielfach sehr verwickelten und weitverzweigten Vorgänge durch bestimmte Gleichungen zu erfassen. Es scheint, als habe Hencky damit der ganzen Frage der Berechnung von Heizanlagen den Anfang zu neuen Wegen gewiesen, die sich namentlich auf dem Gebiete der Baukonstruktionen selbst, der Auswahl der Baustoffe für die Herstellung unsrer Gebäude und der zweckmäßigen Anordnung der Raumeinteilung auszuwirken haben.

Die sechste Auflage von Rietschels Leitfaden der Heizung und Lüftung (von Professor Dr. Brabbée neu bearbeitet) enthält die Ergebnisse aller bis dahin in der Prüfanstalt für Heizungs- und Lüftungsanlagen an der Technischen Hochschule zu Berlin ausgeführten wissenschaftlichen Versuche.

Forschungsanstalten Die Wärmetechnische Abteilung des Verbandes der Zentralheizungs-Industrie hat ein eigenes Forschungsheim für Wärmewirtschaft geschaffen durch Anschluß an das bestehende Forschungsheim für Wärmeschutz in München, in dem auf Grund sorgfältig vorbereiteter Arbeitspläne alle Baustoffe auf Wärmedurchgang und Wärmeleitvermögen untersucht und anschließend alle Wärmeabgabezahlen an Heizkörpern jeder Art genau nachgeprüft werden sollen. Die bisherigen Angaben in der Literatur litten alle mehr oder weniger an einer gewissen Unsicherheit und Überalterung, so daß eine vollkommene Neubearbeitung dieses Fachgebietes notwendig erscheint.

Der genannte Verband wird auch einzelnen Lehrstühlen für Wärmewirtschaft an deutschen Technischen Hochschulen größere Mittel zur Förderung des Faches zur Verfügung stellen.

Die Versuche zur Schaffung eines Wärmemessers sind in neue Bahnen gelenkt worden. Seit einigen Jahren waren sogenannte Brennstoffsparer wie Pilze aus der Erde geschossen. Ihre anfänglichen Erfolge beruhten, mit wenigen Ausnahmen, auf willkürlichen reklamehaften Behauptungen oder einer Irreführung der Öffentlichkeit durch scheinbar wissenschaftliche Gutachten. Ihre Wirkung bestand hauptsächlich darin, daß zwar bei ihrer Verwendung weniger Brennstoff verbraucht, dafür aber unverhältnismäßig viel weniger Wärme erzeugt wurde. Versuche mit diesen Brennstoffsparern haben dazu geführt, daß sie so ziemlich ganz vom Markte verschwunden sind. Durch einfache Hilfsmittel, wie das Einlegen einiger Backsteine auf die Roste, können genau dieselben Wirkungen erzielt werden.

[M 318] G. Dieterich.

Lichttechnik.

Sparsame Lampen, zweckmäßige Lichtträger. Das Jahr 1922 brachte keine umwälzenden Fortschritte, war aber doch in mancher Hinsicht bemerkenswert. Die im Kriege erlassenen behördlichen Vorschriften für die Einschränkung der künstlichen Beleuchtung sind im Laufe des Jahres bei uns ganz oder nahezu in Wegfall gekommen. Dem Wiederaufbau der stark vernachlässigten Beleuchtungsanlagen stand deshalb von dieser Seite aus nichts mehr im Wege. Zu weitgehender Sparsamkeit nötigen allerdings die Preise für Energie und Lampenersatz, die zwar bis vor wenigen Monaten noch verhältnismäßig niedrig gehalten werden konnten, schließlich sich aber doch der allgemeinen Preisbewegung anpassen mußten. Man hat sich deshalb bemüht, eine gute Beleuchtung mit möglichst geringem Aufwand an Strom und Lampen zu erreichen.

Diesem Zweck entsprechend ausgebildete Lichtträger verschiedenster Art sind gerade im Laufe des letzten Jahres mit zunehmendem Erfolg eingeführt worden. Die Erkenntnis, daß zu einer guten und sparsamen Beleuchtung nicht allein ökonomische Lampen, sondern auch die richtigen Lichtträger und deren zweckmäßige Anordnung gehören, beginnt allmählich in weiteren Kreisen bei uns Fuß zu fassen. Die jetzt 10 Jahre bestehende Deutsche Beleuchtungstechnische Gesellschaft sieht neuerdings ihre Hauptaufgabe auch darin, gerade in diesem Sinn aufklärend zu wirken.

Gasbeleuchtung. Von den verschiedenen Beleuchtungsarten ist das Leuchtgas durch die Ungunst der Verhältnisse in den letzten Jahren besonders schwer betroffen worden. Die Preisentwicklung fiel meist zu seinem Nachteil aus; außerdem ermöglichte die schlechte Belieferung mit Kohlen nicht mehr, dieselbe Gasbeschaffenheit dauernd beizubehalten. Jedoch haben die Gaswerke im Laufe des Jahres beschlossen, weiterhin möglichst bald zu einem einheitlichen Gas zurückzukehren, dessen Heizwert nicht allzuweit unter dem früher üblichen liegt. Die Fabrikanten von Glühkörpern und Brennern können jetzt ihre Erzeugnisse dem künftigen Einheitsgas anpassen und so dazu beitragen, daß die Gasbeleuchtung wieder ihre frühere Güte erreicht.

Die Lichttechnik in Amerika. Zum ersten Male seit dem Kriege begann der Erfahrungsaustausch zwischen Deutschland und Amerika wieder. Es konnte festgestellt werden, daß zwar auch in Amerika keine grundlegenden Neuerungen herausgebracht worden sind, jedoch ist dort während der inzwischen vergangenen Jahre sehr eifrig und erfolgreich auf dem Gebiete der Lichttechnik weitergearbeitet worden. In Amerika wird besonderer Wert auf eine sehr reichliche, selbst unsere früheren Gewohnheiten erheblich übersteigende künstliche Beleuchtung gelegt. Die Überzeugung, daß eine reichliche Beleuchtung keine Verschwendung, sondern Ersparnis an Arbeitskraft und Zuwachs an Einnahmen bedeutet, ist dort weit verbreitet.

Lampen für Sonderzwecke. Von den Sondergebieten der Lichttechnik weist die Anwendung des Lichts für Projektion ruhender und bewegter Bilder in letzter Zeit die wichtigsten Erfolge auf. An die Stelle der älteren Anordnung mit Linsenkondensor ist mit gutem Erfolge die Bogenlampe mit Hohlspiegel getreten und ermöglicht besonders in Kinoanlagen bedeutende Ersparnisse. Daneben erobert sich die Glühlampe auch auf diesem Gebiete zunehmende Verbreitung. Mit der gasgefüllten Glühlampe in Röhrenform wurde ein Fortschritt erzielt, der den Anwendungsbereich der Glühlampe in der Projektionstechnik erheblich weiter ausdehnt. In Amerika hat sich diese Lampenart in Verbindung mit zweckmäßig ausgebildeten Bildwerfern bereits in sehr vielen kleinen und selbst mittelgroßen Kinotheatern eingebürgert. Im vergangenen Jahre ist bei uns auch die Wolfram-Bogenlampe in Einheiten für 100 Kerzen herausgebracht worden; sie eignet sich wegen ihres annähernd punktförmigen Leuchtkörpers besonders für Zwecke der Mikroprojektion. (M 301) L. Bloch.

Zement, Kalk, Ziegel.

Kohlennot und hohe Kosten. Die Verhältnisse auf dem deutschen Baumarkt sind durch eine dauernd lebhafte Nachfrage und ein stetig unzulängliches Angebot gekennzeichnet, weil die Zementfabriken und Kalkwerke infolge der beständigen Kohlennot die Anlagen vielfach nicht einmal zur Hälfte ihrer Leistungsfähigkeit ausnutzen konnten. Neu errichtet wurden daher nur Anlagen kleinsten Ausmaßes und verhältnismäßig wohlfeilster Bauart (mit [...] einzigen unten erwähnten Ausnahme), wie einzelne Kalkschachtöfen, Mischfeuerung u. dgl. Aber selbst schon die Absicht, die maschin[...] und sonstigen Einrichtungen der bestehenden Werke zu verbessern, [...]neuern und vervollkommnen, scheiterte vielfach an den hohen K[...] oder wurde in nur sehr bescheidenem Umfange durchgeführt, so [...] über Ereignisse von einschneidender Bedeutung auf den beiden gena[...] Gebieten nicht berichtet werden kann.

Zementindustrie Die oben erwähnte Ausnahme betrifft ein grö[...] Zementwerk in Süddeutschland, dessen E[...]tung trotz der aus dem Jahre 1916 stammenden, den Neubau von Ze[...]werken im Deutschen Reiche verbietenden Bundesratsverordnung im [...]flossenen Jahr begonnen wurde. Diese Fabrik wird, um der schwie[...] Steinkohlenfrage auszuweichen, den Zement nicht in Drehöfen, sonde[...] selbsttätigen Schachtöfen brennen, die mit Koksgrus, ja sogar mit L[...] motivlösche betrieben werden können, und wird im übrigen mit [...] neuesten und besten Mahlvorrichtungen ausgerüstet. Aus dems[...] Grunde haben manche ältere Zementwerke, die über beide Ofen[...] verfügen, den Schachtofen aus der zeitweiligen Versenkung wi[...] hervorgeholt und den Drehofen stillgesetzt. Bei einigen Zementwe[...] ist die kraftfressende Zusammenstellung: Kugelmühle und Rohrm[...] durch Verbundmühlen, der vorhandene Brecher oder Koller durch [...] Hammermühle ersetzt worden. Den Drehofenbetrieb hat man da [...] dort durch Hinzufügung einer elektrischen oder Valeurschen [...] Wiestschen Gasreinigungsanlage verbessert und — noch seltene [...] die Dampfkessel für Heizung mit den Drehofenabgasen eingerichte[...]

Kalkbrennerei Ähnlich lagen die Dinge in der Kalkbrennerei, doch ko[...] hier als erschwerender Umstand hinzu, daß es den eif[...] Bemühungen des Deutschen Kalkbundes noch nicht gelungen ist, [...] hauptsächlich bei den vielen kleinen Kalkbrennern immer noch [...]gebenden Einfluß der vererbten Anschauungen zu beseitigen [...] einer neuzeitlicheren Denkweise Eingang zu verschaffen.

Fortschritte in der Ziegelindustrie Ein etwas freundlicheres Bild bot die Ziegelindu[...] namentlich dort, wo es möglich war, sich von [...] immer teurer und knapper werdenden Steink[...] unabhängig zu machen und den Ofenbetrieb auf minderwertige B[...]stoffe einzustellen. Hier sind denn auch einige Neubauten zu [...]zeichnen. Auch das Streben nach Betriebsverbesserungen ist [...]fach zutage getreten und hat in mancher Beziehung zu sehr [...]achtenswerten Ergebnissen geführt. An erster Stelle sind hier [...] mechanischen Feuerbeschicker für die Ringöfen zu nennen, die d[...] die Regelmäßigkeit der Kohlenschüttung eine ganz wesentliche B[...]stoffersparnis (20 bis 30 vH) gegenüber der üblichen Handbeschic[...] bringen. Auf die Verringerung der Arbeiterzahl zielen ferner die [...]reits recht häufig anzutreffenden Abbaumaschinen (Hoch-, Tief-[...] Fräserbagger), die mechanischen Zuteiler des Tons, die Schaukelförd[...] ganz- und halbselbsttätigen Abschneider für Mauersteine, Biberschw[...] und Strangfalzziegel hin. Endlich müssen noch die stetig an Aus[...]tung gewinnenden künstlichen Trocknereien der Formlinge erwähnt [...]den, die die Abwärme des Auspuffdampfes, des Ringofens oder der [...]ofenabgase, entweder einzeln oder zusammen, ausnützen und ein[...]trächtliche Ersparnis an Arbeitskräften sowie eine Erhöhung der Leis[...] bis zu 200 vH gegenüber der natürlichen Trocknerei aufweisen. [M [...]

Carl Nas[...]

Zuckerindustrie.

In der Zuckerindustrie überwogen die Fragen wirtschaftlicher [...] besonders der leider wieder eingeführten Zwangsbewirtschaftung [...] Zuckers, so daß die Technik mehr in den Hintergrund gedrängt w[...] Immerhin sind Fortschritte in der Wärmewirtschaft[1] e[...] worden, so besonders dadurch, daß die Zentralisation des Maschin[...]triebes durch Aufstellung von zeitgemäß ausgebildeten Dampfmasch[...] oder Dampfturbinen und von Kesseln mit höherem Druck weiter [...]gebaut wurde, und daß man die Wärme der Kesselabgase zum Troc[...] der Preßlinge der Saftgewinnung in geeigneten Trockentrommeln [...]nutzte.

Zur Ersparnis der Handarbeit bei der Rübenförderun[...] die Wasserspülung nicht nur zum Entladen der Wagen, sondern [...] zum Entleeren der Rübenkeller eingeführt worden. Eine Vereinfac[...] der Saftgewinnung durch Diffusion wird in einigen Fab[...] durch Ersatz der Gefäßbatterien durch einen ununterbrochen arbeite[...] Auslaugetrog angestrebt. Erhebliche Aufwendungen haben viele R[...]zuckerfabriken im Zuckerhaus gemacht, um statt des bisher erzei[...] Rohzuckers unmittelbar, mit mehr oder weniger Erfolg weißen [...]brauchszucker aus den Rübensäften herzustellen. [M 286]

H. Claaße[...]

Materialkunde und Materialprüfung.

Die weitgehende Geldentwertung wird sich wohl auf wenigen [...]bieten so schmerzlich bemerkbar gemacht haben wie auf diesem; [...] doch den wissenschaftlichen Instituten durchweg die Mittel, die [...] früher selbständiges Arbeiten ermöglichten. Eine Übersicht über [...] Stand der Dinge ergibt sich im allgemeinen aus der den Abschluß [...] Forschungsarbeiten enthaltenden Fachliteratur. Hier sind infolge [...] Geldmangels die bedeutenderen Neuerscheinungen zum Teil Ab[...]lungen und Werke über zurückliegende Arbeiten, bei denen erst [...] die Mittel für die Drucklegung gefunden wurden. Über manche [...] noch im Gange befindliche Arbeit darf heute noch nicht berichtet we[...]

[1] Z. 1921 S. 387.

ent und Beton Für das Bauwesen seien zunächst Untersuchungen über die Lagerbeständigkeit von Zement erwähnt, die in Wien, Chicago und Stuttgart durchgeführt wurden bei Portlandzement meist stetige Abnahme der Druckfestigkeit, bei rn Zementen geringere Regelmäßigkeit ergaben. Von großer Bedeutung die Bestrebungen, die auf die Festigkeit des Betons einwirkenden üsse kritisch zusammenzustellen. Hier ist vor allem auf das Buch Graf: „Die Druckfestigkeit von Zementmörtel, Beton, Esenbeton und erwerk" zu verweisen. Andre Arbeiten stammen von Abrams, Gary, lang, Mayer u. a. Auf dem Gebiet des Eisenbetons sei das Ernen der fünften Auflage von Mörsch: „Der Eisenbetonbau" sowie dritten Auflage des ersten Bandes des Handbuchs für Eisenbetonbau orgehoben. Vom Eisenbetonausschuß der Jubiläumsstiftung der schen Industrie liegt der letzte Bericht über die in Stuttgart ausführten Versuche mit Eisenbetonbalken vor (Forschungsheft 254). Versuche mit Beton- und Eisenbetonquadern zu Auflagern und kengelenken berichtet Forschungsheft 232 sowie Band 1 des Handbs für Eisenbetonbau; vergl. auch Gehler in der Zeitschrift „Baunieur" 1922 S. 421 u. f.

z Im Kriege für die Flugzeugmeisterei, vornehmlich im Interesse des Flugzeug- und Kraftwagenbaues, in Stuttgart ausgeführte Vere mit den verschiedensten Hölzern, die neben dem Holzbau auch viele andre Industrien von großer Bedeutung sind, konnten im Forngsheft 231 mit reichem Bildmaterial, darunter vielen Gefügebildern, heinen. Über Holzkonstruktionen für den Hochbau und suche mit solchen anläßlich der Errichtung von Bahnsteighallen beeten Jackson und namentlich Schächterle („Holzbau" 1921 9 u. f.) sowie Graf („Bauingenieur" 1922 S. 100 u. f.)

Aus der Schweiz sind die Ergebnisse umfassender Untersuchungen Eisenbahnbrücken bekannt geworden.

isen und re Metalle Für den Dampfkesselbau sind außer den Diegelschen Arbeiten über die Widerstandsfähigkeit gewölbter Böden die Untersuchungen des Unterzeichn in Forschungsheft 252 von Bedeutung. Sie betreffen die Schädigung Kesselbleche beim unsachgemäßen Nieten und berichten nochmals die dauernde Schädigung des Flußeisens, wenn es zunächst überrengt und sodann auf Temperaturen über 200 ° C erwärmt wird. Veredene Versuche andrer bestätigen diese erstmals 1915 von Stuttgart ausführlich veröffentlichten Beobachtungen.

Von weiteren Arbeiten seien Versuche mit Schweißungen gel, Neese u. a.) genannt. Wertvolle Arbeiten enthalten die Mitngen des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Eisenforschung (Wüst). r Seile aus Hartkupfer und Aluminium berichten die Mitteilungen Materialprüfungsamtes Dahlem (Rudeloff).

Umfangreiche Untersuchungen sind über Leichtmetalle ausihrt worden; sie finden sich namentlich in der Zeitschrift für Metallde, die auch, wie „Stahl und Eisen", über wertvolle Abhandlungen metallographischem Gebiet, u. a. von Oberhoffer und Tammann, chtet hat.

fverfahren Hier sei auf die zahlreichen Veröffentlichungen über Röntgentechnik, über die Kerbschlagprobe (Moser u. a.), Schlaghärte (Müller) — Schlaghärteprüfer haben sich im Betjahr in weiten Kreisen der Industrie eingebürgert — versen. Waizenegger führte in die Härteprüfung den neuen Begriff Größthärte ein (Forschungsheft 238). Eine wertvolle Bereicherung Schrifttums bedeutet das Buch von Krais, Handwörterbuch Werkstoffe, sowie das Keßnersche Buch über die Ersatzfe. Im Anschluß hieran sei noch die Prüfung des Weicheisens atz für Kupferstehbolzen usw.) in höheren Temperaturen erwähnt Z. 1922 S. 825). [M 287] Richard Baumann.

Normung.

chnormen-Ausschüsse Die deutsche Normung konnte im Jahre 1922 reiche Früchte mühevoller Arbeit der vorangangenen Jahre ernten. Es ist in steigendem Maße gelungen, die Norgsarbeiten auf zahlreichen Fachgebieten sachlich und organisatorisch eit zu entwickeln, daß sie hier weiterhin von selbständigen Arbeitskörpern getragen werden können und der Normenausschuß der Deutschen Industrie als Zentralstelle sich auf die stimmung der Fachnormen untereinander und mit den von der Zentralle aufgestellten allgemeinen Normen beschränken kann. Solche ständigen Fachnormenausschüsse bestehen heute für folgende eige: Armaturen, Autogenindustrie, Bauwesen, Bergbau, Chemie, htseile, Elektrotechnik, Feuerwehr, Graphisches Gewerbe, Großsserkessel, Halbzeug aus Nichteisenmetallen, Handelsschiffbau, Hebeschinen, Kälteindustrie, Kellereimaschinen, Ketten, Kinotechnik, aftfahrbau, Laboratoriumsapparate, Landwirtschaftliche Maschinen, omotivbau, Materialprüfungen, Nichteisenmetalle, Photoindustrie, zisionswerkzeuge, Rohrleitungen, Transmissionen, Waggonbau, Wiegeäte, Zentralheizungsindustrie.

geschlossene Normen In der allgemeinen Normung konnten die meisten der grundlegenden Fragen zum Abluß gebracht werden. Nach Überwindung erheblicher Schwierigkeiten es gelungen, das Einheits-Papierformat 210×297 unter Dach und Fach bringen. Damit ist die grundlegende Ordnung für das Formatwesen ichert, und zwar in einer Weise, die allen praktischen Bedürfnissen gezeichnet Rechnung trägt. Behörden und Großfirmen sind zum Teil zt schon zur Einführung der neuen Formate übergegangen.

Für die Werkstoffnormung sind klar gegliederte Arbeitsgemeinschaften auf dem Gebiete der Nichteisenmetalle entstanden, die rüstige Fortschritte machen konnten. Die bislang bestehenden Schwierigkeiten für die Normung der Eisenmetalle konnten im letzten Jahre soweit überwunden werden, daß nunmehr der Entwurf einer Grundnorm für unlegierte unvergütete Stähle herausgegeben ist.

Die für das ganze Werk besonders wichtige Normung der Passungen ist vollendet. Der Schlußstein für die systematische Durcharbeitung dieses Gebietes ist gelegt, nachdem außer der Edel-, Fein- und Schlichtpassung auch die Grobpassung feststeht; der Bereich der Sitze ist jetzt bis zu seinen Grenzen ausgebaut, indem auf Seite der Ruhesitze der Preßsitz und auf Seite der Bewegungssitze die großen Spiele hinzugefügt worden sind. Ein zusammenfassender Bericht über die gesamten Passungsarbeiten wird demnächst in einem DIN-Buch erscheinen.

Die jahrzehntelange mühevolle Arbeit von Prof. Schlesinger auf dem Gebiete der Gewindenormung ist gleichfalls zu Ende geführt und die hiervon in starker Abhängigkeit stehende Werkzeugnormung bis zur Fertigstellung der Normen für Gewindebohrer, Spiralbohrer, Reibahlen, Kegel für Werkzeugbefestigung nebst Lehren durchgeführt. Die Normen für den Transmissionsbau sind abgeschlossen. Für die wichtigsten Befestigungsmittel wie Schrauben und Keile liegen die Grundnormen fest.

Das Gebiet der Rohrleitungen und Armaturen ist weitgehend durchgearbeitet. Die im Bauwesen genormten Fenster, Türen, Treppen, Dachrinnen, Steinstufen, Kanalisationsgegenstände usw. finden weiteste Abnahme, so daß sich die Industrie in großem Umfange auf die Herstellung dieser Bauteile eingerichtet hat. Im Beton- und Eisenbetonbau, im Eisenhoch- und Brückenbau, Schornsteinbau, in der Vereinheitlichung technischer Baupolizeibestimmungen konnten erhebliche Fortschritte für die Normung erzielt werden.

Das Normenwerk gesichert Aus diesem in ganz groben Strichen gezeichneten Bild geht die erfreuliche Tatsache hervor, daß das deutsche Normenwerk als gesichert angesehen werden kann; die ungeteilte Anerkennung, welche die deutsche Normung im Auslande findet, ist ein schlagender Beweis dafür, daß diese Arbeiten für das Ansehen deutscher Technik in der Welt von hervorragender Bedeutung sind. [M 299] Hellmich.

Unterrichtswesen.

Zulassungsbedingungen für die Hochschule Durch Verordnung des Preußischen Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung wird außergewöhnlich befähigten Absolventen von Fachschulen die Möglichkeit gegeben, auf Grund einer Ergänzungs-Reifeprüfung als Studierende an den Technischen Hochschulen zugelassen zu werden. Die Prüfung wird durch eine besondere von dem Provinzialschulkollegium bestellte Prüfungskommission in den allgemeinbildenden Fächern und einer Fremdsprache abgehalten. Die außergewöhnliche Befähigung, die die Vorbedingung für die Zulassung zur Prüfung bildet, wird gemeinsam mit dem Vorsitzenden der Kommission von einem Professor der in Frage kommenden Technischen Hochschule und einem Lehrer der in Frage kommenden Fachschule festgestellt.

In ähnlicher Weise wird durch eine weitere Verfügung die Zulassung von immaturen Diplomkaufleuten zum vollständigen Studium der Volkswirtschaftslehre an den Universitäten Köln und Frankfurt geregelt. Eine dritte Verfügung gibt hervorragend befähigten Personen, die keine höhere Schule absolviert, sich aber in der Berufsstellung hervorrangend bewährt haben, die Möglichkeit zum Studium an den Universitäten nach Bestehen einer entsprechenden Prüfung vor einer besonderen Prüfungskommission.

Organisationsfragen der Unterrichtsanstalten Durch Erlaß des Preußischen Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung sind an den preußischen Technischen Hochschulen die kleinen bisher bestehenden Fachabteilungen zu Fakultäten zusammengefaßt, die je ein größeres zusammenhängendes Arbeitsgebiet bearbeiten. An der Spitze dieser Fakultäten steht ein Dekan[1].

Durch Beschluß der Vertreter der deutschen Hochschulländer ist denjenigen Technischen Hochschulen, die entsprechende staats- und wirtschaftswissenschaftliche Einrichtungen besitzen, das Recht erteilt, in ähnlicher Weise, wie für die Universitäten vorgesehen, Diplomvolkswirte auszubilden und diese zum Doktor der Wirtschaftswissenschaften zu promovieren. Voraussichtlich wird diese Maßnahme zunächst an den Technischen Hochschulen Berlin, Dresden und München wirksam werden.

Prüfungsangelegenheiten Durch Erlaß des Preußischen Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung sind neue Diplomprüfungsordnungen für das ganze Gebiet der Technischen Hochschulen herausgegeben worden, die eine weitgehende Freiheit in der Gestaltung der Prüfungen vorsehen. Diese Prüfungsbestimmungen enthalten neben den bekannten technischen Fachrichtungen auch Prüfungspläne für das an den Technischen Hochschulen neu aufgenommene Studium der technischen Physik und der Mathematik[1]. Die Berechtigung zur Ausbildung von Studienreferendaren für das Lehrfach Mathematik und Naturwissenschaften an den höheren Schulen war schon im Jahre 1921 den Technischen Hochschulen gegeben worden. [M 312] Aumund.

[1]) Z. 1922 S. 685.

(Schluß folgt).

RUNDSCHAU.

Automobiltechnik.

18. Jahresversammlung der Automobil- und Flugtechnischen Gesellschaft.

Die Automobil- und Flugtechnische Gesellschaft eröffnete am 20. Januar 1923 ihre diesjährige Tagung mit folgenden drei wissenschaftlichen Vorträgen:

Zuerst sprach der Ehrenvorsitzende der Gesellschaft, Ing. R. Conrad über die Entwicklungsmöglichkeiten für Motoren und Antriebe der Kleinautos. Das Problem des Kleinautos ist noch immer nicht richtig erkannt, und ein weiter Weg ist noch bis zur Lösung aller Fragen zurückzulegen. Ein kleiner Wagen, der nur eine Verkleinerung des großen Wagens ist, führt nicht zum Ziel; denn die Verbilligung ist nicht durchgreifend, und das Ergebnis ist ein mangelhafter Ausweg, da man die Menschen, die das Fahrzeug befördern soll, nicht im gleichen Verhältnis verkleinern kann. Um zu einer wirklichen Verbilligung zu gelangen, muß man daher vollständig neue Wege einschlagen und gewisse Opfer an Ansprüchen bringen, wobei gerade solche an Platz und Festigkeit ausgenommen werden müssen. Dagegen können manche Teile des Wagens fortfallen, die nur der Bequemlichkeit dienen, z. B. ein seitlicher Einstieg, der elektrische Anlasser, der sich durch einen Handhebel ersetzen läßt, oder das Kegelrad-Ausgleichgetriebe, an dessen Stelle das einfache Kugeldifferential treten kann; aber auch diese Vereinfachungen geben nicht den Ausschlag. Wesentlicher ist die Ersparnis, die man durch Verminderung der Getriebestufen erzielt. Der Vortragende zeigt theoretisch, wie man nach seiner Ansicht durch richtige Wahl der Übersetzungen mit zwei Getriebestufen eine mittlere Fahrgeschwindigkeit erreichen kann, die bei völliger Anpassung des Motors an den Fahrwiderstand durch unendlich viele Stufen, z. B. mittels eines Reibradgetriebes, nur ganz unwesentlich übertroffen wird. Durch Vergleich der Straßenverhältnisse einer großen Anzahl von Ländern hat der Vortragende berechnet, daß im Mittel die Steigungen nur verhältnismäßig geringe Unterschiede aufweisen. Man muß sich allerdings bei dieser Getriebebauart mit einer nicht sehr hohen Höchstgeschwindigkeit des Wagens begnügen, so daß man auch kleinere Steigungen befahren kann, ohne daß die Motordrehzahl nachläßt, und muß höhere Leistungen vorübergehend durch Überdrehzahlen des Motors, allenfalls auf Kosten seiner Lebensdauer, erzielen. Folgerichtige Durchführung dieses Gedankens führt zu einem Motor von kleinsten Abmessungen, der infolge seiner Bauart bisher gar nicht oder nur bei Rennmotoren erreichte Drehzahlen annimmt, ohne daß die zulässigen Geschwindigkeiten überschritten werden. Geeignete Abmessungen eines solchen Motors sind 2 PS Steuerleistung, d. h. etwa 0,5 l Zylinderinhalt und 4 Zylinder. Sechs-Zylinder sind nicht verwendbar. Von den baulichen Fragen steht die Platzverteilung in erster Reihe. Da die Abmessungen zur Ersparnis an Kraft möglichst klein gehalten werden müssen, so muß der maschinelle Teil möglichst wenig Platz beanspruchen; dem widerspricht die heutige Ausführung, bei der ein stehender Motor ein Drittel der Gesamtlänge einnimmt. Mit Erfolg hat man dagegen Kleinwagen ausgeführt, bei denen der Motor hinten stehend oder unter den Fußbrettern liegend eingebaut ist. Der wagerechte Zweizylindermotor ist hierfür gut geeignet. Er fällt zwar nicht kleiner als ein gleich starker Vierzylindermotor aus, ist aber die einzige ganz in sich ausgeglichene Maschine. Außerordentlich wichtig ist ferner die Starrheit des Rahmens ohne Gewichtvermehrung. Der Vortragende zeigte an ausgeführten Wagen, daß man heute die leichten Wagenaufbauten zur Versteifung des Fahrzeugrahmens benutzen muß. Weite Möglichkeiten, in leichter Bauart vollständige Starrheit des Rahmens zu erzielen, liegen in der Annäherung an den Flugzeugbau durch Wahl eines Rohrrahmens, wie beim Kleinwagen von Sablatnik.

Beim Motor wurden an der Hand der neuesten Bauart der Apollo-Werke einige Einzelfragen, der Vorteil der Vielzylinderzahl, das richtigste Hubverhältnis für die Unterbringung hängender Ventile, die Leistungs- oder Drehzahlsteigerung durch zwangläufig geführte und an Zahl vermehrte Ventile usw. besprochen. Der Luftkühlung wurde kein Erfolg vorausgesagt. Zweitaktmotoren sind dagegen wegen ihrer Einfachheit immer für Kleinwagen wertvoll. Im ganzen darf der Kleinmotor mit Überdrehzahlen nicht nach den bisherigen Regeln gebaut werden, da bei ihm neben den mechanischen die dynamischen und aërodynamischen Beanspruchungen wichtig sind. Der Vortrag, dem bei der bevorstehenden Erörterung in manchen Punkten widersprochen werden dürfte, versucht, viele heute noch heftig umstrittene Fragen zu lösen. Es ist jedenfalls wertvoll, daß versucht wird, die Fragen des Kleinautobaues zusammenfassend und kritisch zu behandeln, zumal bisher auf diesem Gebiet viel gesündigt worden ist.

Als zweiter sprach Professor Dr.-Ing. G. Becker über Schnelllastwagen. Die Bedeutung des Lastkraftwagenverkehrs ist auch in Deutschland anerkannt. Die Aufgabe der Schnellförderung größerer Lasten hat man allerdings bisher noch nicht eingehend untersucht. Vor allen Dingen war zu prüfen, ob der Schnellastwagen dem langsamfahrenden 3- bis 4 t-Wagen technisch und wirtschaftlich überlegen ist, und wie er sich im Fahrbetrieb mit und ohne Riesenluftreifen verhält. Der Vortrag berichtet ausführlich über den neuesten 2 t-Daag-Schnelllastwagen, an dem die Kraftfahrtechnische Versuchsanstalt der Technischen Hochschule in Charlottenburg eingehende Leistungsversuche vorgenommen hat. Die Ergebnisse werden mit parallel durchgeführten Versuchen an Wagen von 3 und 4 t der gleichen Fabrik in Vergleich gestellt. Der Motor des Versuchswagens ist ganz neuzeitli mit obenliegender Steuerwelle nach den Erfahrungen des Flugzeugba unter weitgehender Verwendung von Leichtmetall entworfen. Die La büchsen aus Stahl sind gesondert eingesetzt. Die Kurbelwelle läuft Rollenlagern. Der Wagen ist mit elektrischem Licht und Anlasser a gerüstet, am Getriebe ist eine Reifen-Luftpumpe angebaut; außer z unabhängigen Hinterachsbremsen ist eine Motorbremse vorhanden. Räder sind aus Silumin gegossen. Das Mittelstück der Hinterachsbrü besteht aus Aluminium, und hieran schließen sich dünnwandige kegeli Stahlrohrtrichter. Schub und Bremsrückwirkung werden von ei Kardankugel an einem kräftigen Rahmenquerträger aufgenommen. D Fahrzeug wiegt betriebsfertig 3 t, also einschließlich 2 t Nutzlast 5 Die Bereifung hat vorn 925 × 150, hinten 1075 × 225 mm. Der Wag läuft bei 1380 Uml./min des Motors 50 km/h. Der Motor leistet zu 60 PS. Die mechanischen Verluste des Fahrzeuges durch inne Reibung sind verhältnismäßig gering, da die Rollenlager die Motorreibu gegenüber Gleitlagern um 20 vH verringern. Der Getriebeverlust ble bei allen Gängen unter 2 PS. Die Rollverluste sind bei Vollgummireif um 30 vH kleiner als bei Luftreifen, was sich besonders auf Steigung bemerkbar macht. Bei 50 km/h Geschwindigkeit wird auch der Verl durch Luftwiderstand bereits wesentlich und ist mit rd. 10 vH in Re nung zu setzen. Hinsichtlich der Überschußleistung, bezogen auf Gesamtgewicht, ist der Schnellastwagen gegenüber den schwer Wagen weit im Vorteil; er kann 4 vH Steigung ohne Verminderung Fahrgeschwindigkeit überwinden. Die Motorbremse kann 39 vH Motorleistung vernichten und kann den Wagen noch auf 18 vH Gefä aufhalten. Der Brennstoffverbrauch hat im günstigsten Fall bei mi leren Betriebsverhältnissen 0,13 bis 0,16 l/km betragen; er beträgt einem Wagen von 3 und 4 t Nutzlast 0,1 l/tkm, beim Schnellastwag 0,06 l/tkm. Der Schnellastwagen ist also wirtschaftlicher. Die Unt suchungen der Straßenbeanspruchung durch Messung der Hinterac schwingung und der Bahndrücke bei Aufschlagen der Räder nach Üb windung eines Hindernisses zeigen hauptsächlich die Überlegenheit u Wichtigkeit der Luftbereifung. Dagegen sind die Beanspruchungen Fahrdecke bei höheren Geschwindigkeiten geringer als bei niedrig so daß die behördlichen Maßnahmen gegen schnelles Fahren zur Sch nung der Straßen unberechtigt sind. Der Wagen hat bei einer Prob fahrt Berlin-Düsseldorf auf der meist ebenen Strecke bis zum Harz i Luftreifen im Mittel 42 km/h, höchstens 64 km/h erzielt; mit V gummireifen sank die Geschwindigkeit auf 29 km/h. Vorbedingung für den Erfolg des Schnellastkraftwagens sind leichte Räder und Achs Die Versuche mit Elektron als Baustoff sind aussichtsvoll, da di Legierung insbesondere gegenüber den üblichen Brennstoffen wid standsfähig ist.

Zuletzt sprach A. Riebe über Grundsätzliches u neue Erfahrungen mit Kugel- und Rollenlager Kugellagerungen erleichtern besonders bei Kraftwagen die Wartung u die Widerstandsfähigkeit gegen Gehäuseverbiegungen. Der Vortragen wiederholte die bekannten Einbauvorschriften von Kugellagern, Normalien für die Passungen des Innen- und Außenringes usw. Ma gebend für die Belastungszahl ist die Kugelgeschwindigkeit. Die V wendung von Kugellagern in Pleuelstangenköpfen ist schwierig, weil Summe zweier verschieden gerichteter Fliehkräfte den Käfig bis z Zerstörung überlasten; periodisch wird auch die Reibung im Kä größer als im Laufring, so daß starke Beschleunigungskräfte und ruc weise Beanspruchungen auftreten. Bei kleinen Motoren, besonders Motorräder, haben sich dagegen die Kugellager in Pleuelköpfen g bewährt. Besondere Rücksicht beim Einbau der Lager erfordern Durchbiegungen von Wellen und die Aufnahme der Achskräfte. Hoc schulterlager können keine größeren Seitenkräfte aufnehmen als N mallager. Die Aufnahmefähigkeit für Achsbelastungen kann man sonders steigern, wenn man die Lauffläche nicht kreisbogenförm sondern als Hyperbel oder Parabel gestaltet. Die Käfige werden bei Durchbiegung der Welle hauptsächlich durch seitliche Ausschlagbew gungen beansprucht und müssen sehr elastisch sein. Bei Axialkug lagern muß die Käfigbauart darauf Rücksicht nehmen, daß die Well mitten fast immer gegeneinander versetzt sind. Rollenlager haben na Ansicht des Vortragenden keine Vorteile gegenüber Kugellagern; de sie können Achskräfte überhaupt nicht aufnehmen. Die Schwierigke die Rollen am Verschränken zu hindern und Verklemmungen zu v meiden, hat zur baldigen Ausbildung des Außenringes geführt. Dadur geht aber der größte Teil der Linienberührung wieder verloren, und Tragfähigkeit der Rollenlager wird nicht größer als die der Kug lager, ihre Herstellung aber ungenauer und schwieriger.

[M 335] Dipl.-Ing. P. Friedmann, Berlin

Metallhüttenkunde.

Das Leichtmetall Elektron.

Die Zeitschrift für Metallkunde vom Januar 1923 bringt einige M teilungen über das Elektronmetall, die eine Ergänzung zu unsern b herigen Mitteilungen (Z. 1920 S. 333 und 509) geben. Die Zusamm setzung des Elektronmetalls ist nicht einheitlich. So ist z. B. die Gu legierung, bei der es vor allem neben guten Festigkeitseigenschaft auf möglichst günstige Schwindungsverhältnisse, leichte Gießbarkeit u auf geringe Neigung zum Lunkern ankommt, anders zusammengese als die zum Pressen von Profilstangen und Rohren, zum Auswalzen Blechen und zum Gesenkpressen dienenden Legierungen. Der Hau

estandteil des Metalls, das Magnesium, wird aus dem Chlormagnesium er Staßfurter und benachbarter Salzbergwerke gewonnen.

Das nicht zu Halbzeug verarbeitete Metall wird in runden Blöcken on rd. 175 mm Dmr. und rd. 800 mm Länge für Preßzwecke und in weiteiligen Masseln von etwa 2 kg Gewicht für Gießereizwecke auf en Markt gebracht. Die Festigkeit der Legierungen für Preßstangen, esenkteile, Bleche und Drähte beträgt gepreßt 26 bis 28 kg/mm², hartewalzt 29 bis 32 kg/mm² bei 18 bis 22 bezw. 2 bis 3 vH Dehnung. Die Zerreißfestigkeit der Gußlegierung beläuft sich auf 12 bis 15 kg/mm² ei 2 bis 4 vH Dehnung und beträgt bei einer besonders hart und fest ergestellten Legierung 34 bis 36 kg/mm² bei 10 bis 12 vH Dehnung.

Es ist nicht angängig und sogar gefährlich, Elektronmetall in feuchte Sandformen zu gießen; trotzdem ist es der Herstellerin (Chemische Fabrik Griesheim-Elektron, Frankfurt am Main) gelungen, das Metall in sogenanntem „grünem" Sand zu gießen und die Explosionsgefahr mit Sicherheit zu umgehen. Ein Flußmittel oder ein Schutzmittel für geschmolzenes Elektronmetall, das sich zur Anwendung in der Gießerei eignet, ist bis heute noch nicht gefunden worden. Die früher erwähnte Entzündung des Metalls nach dem Guß an der Oberfläche eines Steigers oder Eingusses tritt bei dem neuen Verfahren, in „grünem" Sand zu gießen, jetzt fast nicht mehr auf. Ebenso ist es möglich, nach diesem Verfahren steigend zu gießen. [M 338]

Aus dem Ausland.

Berichte aus ausländischen Zeitschriften.

Mit dem Ausbau der „Rundschau" unserer Zeitschrift haben wir ie Zahl der kürzeren Mitteilungen über neuere Konstruktionen von aschinen u. dergl., die im Ausland hergestellt werden, zu vermehren esucht. Wir sind dabei von der Erwägung ausgegangen, daß es für nsere Leser sowie für die beteiligte deutsche Industrie immer wertoll ist, auf diesem Weg etwas von dem zu erfahren, was ihre ausndischen Mitbewerber an Neuem auf den Markt bringen, auch wenn s sich, streng genommen, nicht um einen Fortschritt gegenüber der eutschen Technik handelt, da heute die deutschen Firmen vielfach der ohen Kosten wegen die ausländischen Zeitschriften nicht mehr selbst eziehen können.

Aus wiederholten Mitteilungen ersehen wir aber, daß die Abcht, die wir bei dieser Art von Berichterstattung verfolgen, mißerstanden wird; namentlich wird uns der Vorwurf gemacht, wir stellten adurch Ausführungen als neuartig hin, die im Grunde gar nicht neurtig sind. Leider läßt sich solchen Mißverständnissen nicht auf alle älle begegnen, wenn man auf die ausländischen Berichte nicht ganz erzichten will; denn es wäre undurchführbar, die Berichte vor ihrer eröffentlichung etwa durch besondere Sachverständige prüfen zu ssen, zumal sie im allgemeinen von sachkundigen Mitarbeitern ausewählt und bearbeitet werden. Wir glauben immer noch, daß die rtlaufende Berichterstattung über das Ausland namentlich unter den eutigen Verhältnissen zu wertvoll ist, als daß sie wegen der Gefahr erartiger Mißverständnisse aufgegeben werden sollte, bitten aber die eutsche Industrie, der wir selbstverständlich unsern Raum zur Behreibung ihrer Neuerungen gern einräumen, uns durch regelmäßige insendung ähnlicher Mitteilungen auf dem laufenden zu halten und iese Gelegenheit, auch ihre Neuerungen bekanntzugeben, in höherem aß als bisher auszunutzen. [M 332] Die Redaktion.

Erd- und Wasserbau.

Talsperre im Tirso auf Sardinien[1]).

Nach amerikanischem Vorbild ist auf der Insel Sardinien an deren edeutendstem Flusse Tirso eine Talsperre in der Ausführung begriffen, bei der aus Gründen der Baustoff- und Kostenersparnis an Stelle einer massiven Mauer eine solche in aufgelöster Bauweise gewählt worden ist; hierbei spannen sich Gewölbekappen, die gegen die Lotrechte geneigt sind, zwischen trapezförmige Pfeiler (Abb. 1 bis 4). Mit 61 m Höhe von Flußsohle bis Kamm übertrifft aber dieses Bauwerk die bisher höchste Mauer dieser Bauweise in Amerika um ein Beträchtliches.

Die Talsperre wird zu Bewässerungs- und Kraftzwecken dienen. Die infolge starker Entwaldung auf Sardinien herrschende Dürre läßt die künstliche Bewässerung besonders dringlich erscheinen. Der Tirso ist ein Gebirgsfluß, von dessen Gesamteinzuggebiet von rd. 3000 km² 2100 km² zur Speisung des Stausees herangezogen werden sollen. Seine Wasserführung schwankt zwischen null im Sommer und rd. 1000 m³/s bei Hochwasser. Die mittlere ausnutzbare Wasserführung beträgt 20 m³/s, womit der Bedarf für die Bewässerung von 20 000 ha Land gedeckt ist. Der Stausee wird 416 Mill. m³ Inhalt und 22 km² Oberfläche erhalten. Zu Kraftzwecken können aus ihm 10 000 PS Dauerleistung und 30 000 PS Spitzenleistung gewonnen werden.

Abb. 2. Schnitt.

Die im Grundriß geradlinige Mauer ist danach in 17 Öffnungen aufgelöst, deren Pfeiler in 15 m Achsabstand stehen. Zwischen diese spannen sich unter 57° Neigung gegen die Wagerechte Eisenbetonkappen. Die Pfeiler selbst sind aus in der Nähe gewonnenem Bruchstein mit Zementmörtel ausgeführt. Die Gesamtlänge zwischen den Landwiderlagern beträgt 225 m. Über die Sperre ist eine 6 m breite Straße geführt, die von kleinen Gewölben getragen wird. Einige Schwierigkeit machte die Gründung der im Flußlauf stehenden Pfeiler, da sich hier unter brüchigem Fels stellenweise eine geneigte Tonschicht fand, durch die hindurch die Grundmauern bis auf den festen Fels in 12 m Tiefe hinabgeführt werden mußten.

Die an der Krone nur 0,50 m dicken, bis zur Sohle auf 1,67 m Dicke anwachsenden Gewölbekappen sind nach dem Stausee zu, soweit sie dauernd unter Wasser bleiben, mit Asphalt gestrichen, darüber mit

[1]) Nach Luigi Kambo im Jahrbuch des italienischen Ministeriums der ffentlichen Arbeiten über Wasserausnutzung usw. 1922, Heft 1; s. a. Deutsche auzeitung, Mitteilungen über Zement, Beton- und Eisenbetonbau 1922, Heft 13.

Abb. 1. Längsschnitt und Ansicht der Sperrmauer.

Abb. 3. Grundriß.

einem mit der Zementkanone aufgebrachten wasserdichten Putz versehen. Unter der Höhe + 73 sind sie voll hintermauert, aber so berechnet, als wenn sie den Druck allein aufnehmen. In den vollen Mauerkörper sind Entwässerrohre eingelegt, die in eine Besichtigungsgalerie zusammenlaufen, die wieder in die Turbinenkanäle entwässert.

Abb. 4. Querschnitt durch das Kraftwerk.

Das Kraftwerk ist in fünf Zwischenräume der Pfeiler eingebaut (Abb. 4 und 5). Die Gewölbekappen sind hier oben halbkuppelförmig abgeschlossen, außerdem sind Sägedächer zwischen den Pfeilern angeordnet. Eine am Pfeilerfuß angelegte Zufahrtstraße stellt die Verbindung zum Krafthaus her. In diesem werden vier liegende Doppelturbinen untergebracht, von denen zwei je 6000 und zwei je 9000 PS leisten sollen. Außerdem ist eine 60pferdige Turbine für den Eigenbedarf des Kraftwerkes vorgesehen. In den vier durch Pfeiler getrennten Maschinenräumen ist je ein Laufkran vorgesehen, dessen Katze durch Öffnungen in den Pfeilern von einem Raum zum andern durchlaufen kann.

Die Turbinen werden von der Elektromechanischen Fabrik Rivarolo geliefert. Mit den Turbinen sind Drehstromerzeuger für 5000 V gekuppelt, die von Tosi in Mailand und der Westinghouse Co. geliefert werden. In dem fünften Raum des Kraftwerkes sind die Transformatoren aufgestellt, die den Strom von 5000 auf 75 000 V Spannung bringen.

Abb. 5. Grundriß des Kraftwerkes.

Den Turbinen wird das Wasser durch je zwei Zulaufkanäle zugefü Diese Kanäle sind als Eisenbetonrohre mit Blechmantel ausgefü Der Einlauf zu den Turbinen liegt auf + 73,5.

Die Mauer ist mit einem Grundablaß ausgestattet, damit das Bec nötigenfalls ganz entleert werden kann, außerdem mit Hochwasserüb fällen, die mit selbsttätig wirkenden Klappschützen geschlossen si diese können 800 m³/s hindurchlassen. Die gleiche Wassermenge kön zwei Stollen abführen, die unter den Überfällen durch den Fels gefü sind; sie werden mit Schiebern verschlossen, die unter 37 m Wass druck stehen. Die Stollen wurden auch beim Bau zur Hochwass abführung benutzt. Werden auch die Turbinenkanäle geöffnet, so las sich im Ganzen 2000 m³/s abführen. Mit diesen Hilfsmitteln läßt s das Gefälle zwischen höchstem Hochwasserstand auf + 109 und Turbin einlauf nach Wunsch regeln.

Mit den ersten Arbeiten wurde 1917 angefangen; während des Krie schritten sie nur langsam fort, sind aber nach dem Kriege wieder größerer Energie aufgenommen worden, so daß der Bau seiner V endung entgegengeht. Zur Beförderung der Baustoffe werden genei Ebenen, Aufzüge und Kabelbahnen benutzt. [1461] Fr. E

Wasserdurchlässigkeit von Lehm und Beton.

Von der „Kommission für Abdichtungen" des Schweizerisc Wasserwirtschaftsverbandes sind in den letzten Jahren zwei Versu anlagen gebaut worden, von denen die eine die Verwendbarkeit von Le zum Abdichten von Kanälen und Staubecken klarstellen soll, andere die Porigkeit und Wasserdurchlässigkeit von Beton. Versuchsanlage in der Manegg bei Zürich umfaßt ein offenes Becken z Einschwemmen der verschiedenen Mischungen und Beobachten des lages unter dem Einfluß von Luft und Sonnenbestrahlung, und fer eine Druckkammer in Eisenbeton, Abb. 6 und 7, worin der Belag *a* e sprechend den verschiedenen Wassertiefen in Stauseen unter Druck prüft werden kann. An diese Versuche mit verschiedenen Leh mischungen sollen sich solche für die Abdichtfähigkeit von Teer u

Abb. 6 u. 7. Längs- und Querschnitt der Druckkammer in der Anlage Manegg.

Asphalt, deren Mischung mit Sand oder Kies, und von Emulsionen Bitumen nach verschiedenen Anwendungsverfahren anschließen. Über in der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt und in der Maneggan erhaltenen Versuchsergebnisse berichten die Mitteilungen der genann Kommission Nr. 4: „Der Lehm als Abdichtungsmaterial" von Profes B. Zschokke und Nr. 5/6 von W. Hugentobler.

Die Schlußfolgerungen sind in der Schweizerischen Bauzeitung v 30. September 1922 wiedergegeben; sie lauten dahin, daß zum Abdich nur fette, hochplastische Lehme, die kein oder möglichst wenig Kalzi karbonat enthalten, geeignet sind, die auf dem 8570-Maschen-Sieb bei Schlämmprobe nur einen möglichst geringen feinkörnigen Rückst hinterlassen dürfen. — Unmittelbar verkleidet können Seegrund Böschungen nur mit Lehm im Normalzustand werden. Enthält er viel Wasser, so wird er wasserdurchlässiger, klebrig und haftet an Werkzeugen zum Einstampfen oder Festwalzen. Enthält er we Wasser, so läßt er sich nur unter größerem Kraftaufwand verarbeit wobei die Gefahr der Rißbildung erhöht wird. Wegen der beim E trocknen fetter Lehme fast stets entstehenden Schwindrisse, der du Frost verursachten Netzrisse und des ungünstigen Verhaltens völlig getrockneten Lehms bei Wiederzutritt von Wasser ist die Lehmverkl dung nur da am Platz, wo die Lehmschicht dauernd unter Wasser l oder vor Sonnenbestrahlung, Regen und Frost durch eine entsprech dicke Schutzschicht aus anderm gegen diese Einflüsse unempfindlich Stoff geschützt wird.

Wird Lehmwasser in eine feinkörnige Sand- oder sandartige Un lage eingeschwemmt, so schlägt sich der Lehm nieder, o wesentlich in die Unterlage einzudringen. Der Lehmbelag wird stärksten auf ebener Unterlage oder ganz schwach geneigten Böschung auf steileren Böschungen gleitet er ab. Wird Lehmwasser in e locker aufgeschüttete Kiesschicht eingeschwemmt, so füllen sich Zwischenräume mit Lehm, und es entsteht der sogenannte Lehm beton. Dieser zeigt auch ohne besondere Schutzschicht keine Schwi risse und wird steinhart. Beim Einschwemmen ist darauf zu achten, d das Lehmwasser zunächst durch die Kiesschicht wenn auch mit gerin Geschwindigkeit hindurchfließen kann, damit sich der Lehm von un nach oben im Kies ablagert.

Zum Untersuchen der Wasserdurchlässigkeit von Beton dient die ı Vorschlägen der Abdichtungskommission gebaute Vorrichtung . 8, die aus einem gußeisernen Fuß, einer hohlen gußeisernen Boden-e, einem 50 cm hohen Zylinder mit 70 cm innermDurchmesser und n gußeisernen Deckel besteht. Der Betonversuchskörper kann entweder n Zylinder eingelegt oder unmittelbar zwischen Bodenplatte und Deckel espannt werden, wobei der Zylinder wegbleibt. Auf die eben ab-hliffene, in regelmäßigen Abständen durchlochte Bodenplatte werden Flachgummiringe gelegt, damit etwaige Unebenheiten des Versuchs-ers ausgeglichen werden und das Sickerwasser in die verschiedenen nlöcher einfließen kann.

Das Innere der Bodenplatte ist durch Querrippen in verschiedene lräume mit getrennten Auslauföffnungen geteilt. Es ist somit möglich, das durch die äußerste Reihe der Bodenlöcher abfließende Wasser, das zum Teil durch die Außenfläche des Versuchskörpers eindringt, gesondert aufzufangen. Wird der Versuchskörper zwischen Bodenplatte und Deckel geklemmt, so wird er durch einen mit Schiffskitt eingefetteten 6,5 cm breiten Keilgummiring abgedichtet. Der in den Zylinder eingesetzte Körper erhält eine leicht kegelige Außenfläche mit möglichst wasserdichtem Verputz. Der Zwischenraum zwischen Körper und Zylinderrand wird mit Goudron ausgegossen.

b. 8. Vorrichtung zum üfen der Wasserdurchlässigkeit von Beton.

Für die ersten Versuche wurde eine Handpumpe benutzt. Dabei ergab sich aber kein richtiges Bild der Durchlässigkeit, da jede Unterbrechung des Pumpens ein Sinken des Drucks zur Folge hatte. Ein Beharrungszustand konnte deshalb nicht erzielt werden. Die Vorrichtung wurde darum im Pumpwerk Letten der Wasserversorgung Zürich unmittelbar an die Hochdruckleitung mit 150 m Druck angeschlossen. Durch ein Regelventil kann jeder beliebige Überdruck von 0 bis 15 at dauernd aufrechterhalten und durch ein aufzeichnendes Manometer genau überwacht werden.

Der beim ersten Versuch untersuchte Betonkörper von 68 cm Dmr. und 22 cm Höhe hatte folgende Zusammensetzung: 7 Raumteile Kies von is 40 mm Korngröße, 5 Teile Sand mit weniger als 12 mm Korngröße, anzen 1102 l Kies und Sand, 398 kg Holderbank-Portlandzement und l Wasser auf 1 m³ fertigen Beton. Der Probedruck betrug im Mittel Die Anfangssickerung von 1160 cm³ im Tag nahm rasch ab und war ı etwa 80 Tagen nahezu = 0. Wie diese Selbstdichtung im Innern des ns von der Zusammensetzung des Betons, dem Zementgehalt, der ngröße von Kies und Sand, dem Wasserdruck und der Zeit abhängt, durch die weiteren Versuche geklärt werden, für die jetzt drei Ver-svorrichtungen gleicher Bauart zur Verfügung stehen. [1517] Fr.

Zementauskleidung gußeiserner Rohre.

Bei der Wasserversorgung der Stadt Charleston in Südkarolina er-n sich besondere Schwierigkeiten, indem die gußeisernen geteerten re sich in verhältnismäßig kurzer Zeit so zusetzten, daß der Pum-lruck unzulässig hoch wurde. Gute Erfahrungen, die an andern n mit Rohren aus Zement mit Bandeisenbewehrung und innerem entverputz gemacht worden waren, führten dazu, auch gußeiserne re statt durch Teeranstrich durch einen Zementverputz zu schützen.

In das aufrecht stehende Rohr wird ein zylindrischer, oben wie einer Granate kegelig zugespitzter Körper an einem Seil hängend esetzt. Nachdem die abgemessene Menge Zement nachgefüllt ist, der Körper ohne eine weitere Führung im Rohr an dem Seil hoch-gen. Die Muffe am unteren Rohrende ist durch die Bodenplatte, der das Rohr steht, vollständig ausgefüllt, so daß sie nicht ausge-let wird. Am geeignetsten hat sich natürlicher Zement erwiesen. wendig ist ein genau eingehaltener Wasserzusatz, damit der Zement r so dünnflüssig ist, daß eine glatte Innenfläche entsteht, aber doch genug, daß er nach dem Hochziehen des Formkörpers nicht herunter-t. Der Verputz ist bei Rohren von 100 bis 250 mm Dmr. rd. 5 mm, Rohren von 300 bis 600 mm Dmr. rd. 6,5 mm dick.

Beim Verlegen der Rohre ist auf Risse im Guß besonders zu en, da durch den Verputz die Möglichkeit genommen ist, aus dem ng beim Beklopfen fehlerhafte Rohre zu erkennen. Werden Löcher in derart verkleidetes Rohr gebohrt, so platzt der Zement beim Ein-gen der Bohrerspitze unter etwa 45° ab. Platzt beim Beschneiden s Rohres etwas vom Verputz ab, so kann er leicht mit etwas Zement her Herkunft ausgebessert werden.

Die Ablagerungen in so verputzten Rohren waren auch nach erer Betriebzeit ganz erheblich geringer als bei den geteerten ren, doch ist nicht aufgeklärt worden, worauf die ganz außerge-nliche Verkrustung der letzteren zurückzuführen sind. Das Ver-en dürfte wohl auch nur in ganz besonderen Fällen angebracht sein. gineering News Record 7. Sept. 1922.) [M 322] Fr.

Elektrisches Nachrichtenwesen.

Von der allbritischen Ausstellung für drahtlose Telegraphie.

Dem Beispiel der Vereinigten Staaten folgend, wollen auch die Engländer den telephonischen Privat-Rundfunkdienst (*broadcasting*) einführen. In London und in mehreren anderen Großstädten der Vereinigten Königreiche sollen Sendestellen eingerichtet werden, die nach bestimmtem Programm Wettervorhersagen, wissenschaftliche Vorträge, Konzertstücke u. dergl. auf drahtlos-telephonischem Wege verbreiten. Gewissermaßen als Auftakt dazu diente die allbritische Ausstellung für drahtlose Telegraphie, die vom 30. September bis 7. Oktober v. J. in London stattgefunden hat. Die Ausstellung verdient um so mehr Beachtung, als auch in Deutschland früher oder später — man spricht von diesem Frühjahr — mit der Zulassung von Privatfunkstellen zum Rundfunkdienst zu rechnen sein wird. Es sollen daher einige der auf der Ausstellung gezeigten Geräte hier nach „The Electrician" vom 6. und 13. Oktober 1922 kurz besprochen werden.

Recht handlich ist der in Abb. 9 dargestellte kleine tragbare Empfänger der British Thomson-Houston Co., der die Größe einer Aktenmappe anscheinend nicht sehr überschreitet. Über dem Abstimmkondensator ist die kleine als Detektor dienende Audionlampe angebracht. Links davon stehen die Batterien für die Anodenspannung und für die Heizung des Audions. Das Gehäuse ist mit Drahtwindungen umgeben, die als Rahmenantenne dienen, so daß es keines weiteren Luftdrahtes bedarf. Der abnehmbare Deckel dient während des Betriebes als Unterlage, auf der das Gehäuse drehbar befestigt wird. Mit Hilfe eines am untern Rande des Gehäuses angebrachten Zeigers kann man es auf der mit Gradeinteilung versehenen Unterlage in die für den Empfang günstigste Richtung drehen, wie es beim Empfang mit Rahmenantenne allgemein geschieht. Die ankommenden Wellen werden verstärkt durch den vorn rechts abgebildeten Zweiröhrenverstärker, mit dem die beiden Kopffernhörer unmittelbar verbunden sind. Da es sich um Rahmenempfang handelt, ist eine Erdleitung nicht erforderlich. Das Gerät, das trotz seiner Kleinheit einen Wellenbereich von 300 bis 20 000 m hat, ist, so wie es hier abgebildet ist, fix und fertig für den Empfang von allen europäischen Funkstellen. Bei sehr großen Entfernungen braucht man allerdings einen etwas größeren Verstärkersatz.

Für Rundspruchteilnehmer, denen die Einstellung der Wellenlänge Schwierigkeiten bereitet, ist ein Empfangsgerät besonders geeignet, das mittels einer Schieberstange abgestimmt wird. Der Zeiger der Stange gleitet über eine an dem Gehäuse befestigte Karte, auf der die Ortsnamen der Sendestellen mit den zugehörigen Wellenlängen angegeben sind.

Ein sehr handlicher kleiner Empfänger von C. F. Elwell ist in einem Holzgehäuse untergebracht, der ganz seiner Umgebung angepaßt werden kann. Auch dieser Empfänger zeigt, wie geringen Raum die neuzeitigen Empfangsgeräte für drahtloses Fernsprechen beanspruchen. Allerdings wird für dieses Gerät eine Antenne gebraucht. Aber auch für diesen Fall hat die englische Funkindustrie einen guten Ausweg gefunden. Auf der Ausstellung wurde ein Kondensator etwa von der Größe einer mittleren Glühlampe gezeigt, der, in einen Steckkontakt der Lichtleitung eingeschaltet, diese ohne weiteres zur Empfangsantenne macht.

Abb. 9. Tragbarer Empfänger für drahtlos-telephonischen Rundspruch der British Thomson-Hauston Co.

Von den vielen in London ausgestellten Batterien für Kathodenröhren sei nur eine besonders kleine Sammlerzelle von 3 Ah Kapazität erwähnt; sie wog nur wenig über ¼ kg, hatte 30 × 30 mm² Grundfläche und 111 mm Höhe. Außerdem waren in der Ausstellung zahlreiche Nebenapparate wie Kondensatoren, Spulen, Widerstände, Lautsprecher u. a. zu sehen. Die englische Industrie hat es übrigens, um ganz unter sich zu sein, im Unterhause durchzusetzen gewußt, daß in den ersten beiden Jahren des Privat-Rundfunkdienstes nur Geräte englischen Ursprunges für die Sende- und Empfangsanlagen zugelassen werden. [1536] C. W. Kollatz.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Wirtschaftliche Auswirkungen der Din-Papierformate.

Mit der Ausgabe des Normblattes DIN 476 durch den Normenausschuß der Deutschen Industrie hat die Normung der Papierformate ihren Abschluß gefunden und die Einführung der Normformate in die Praxis begonnen. Selbst die Papiererzeuger, denen diese Normung arg widerstrebte, machen sich nach und nach mit der Umstellung auf die neuen Papierformate vertraut. Es gibt bereits eine große Anzahl Papierhändler, die sich großzügig auf Papiere in Normformaten eingestellt haben. Eine Firma kennzeichnet sogar den größten Teil ihrer Normpapiere durch ein besonderes Wasserzeichen.

Es ist nun der Zeitpunkt gekommen, die von der deutschen Großindustrie begehrten und in Gebrauch genommenen Normformate auch bei den Behörden einzuführen, da die gegenwärtige ungeheure Papierpreissteigerung alle Kreise zu größter Wirtschaftlichkeit zwingt. Diese Wirtschaftlichkeit ist durch die Vereinheitlichung des bisherigen behördlichen Akten- oder Reichsformats und des geschäftlichen Briefquartformats zu dem Normformat A 4 210 : 297 mm gegeben.

Die Frage, ob es ohne Rücksicht auf einzelne Übergangsschwierigkeiten zweckmäßig sei, einer radikalen Einführung der neuen Normformate das Wort zu reden, ist leicht zu beantworten. Wenn das Papier wie in der letzten Zeit alle zwei Wochen um 60 vH teurer wird, so kann nur eine schnelle und gründliche Umstellung auf die neuen Normformate in Frage kommen. Von den zu erzielenden riesigen Ersparnissen an Papier erhält man leicht eine Vorstellung, wenn man aus den zahllosen Arten behördlicher Vordrucke, von denen jährlich viele Millionen Stück gebraucht werden, nur eines zum Vergleich heranzieht: Bei der bekannten zweiseitigen Postzustellungsurkunde auf bläulichem Papier in dem neuen Format A 4, das in der Höhe um 10 vH kleiner als das alte ist, wird nach dem Stande des Papierpreises von Anfang Januar eine Papierersparnis von über 400 ℳ bei 1000 Stück eintreten. Das Deutsche Reich würde also bei der Umstellung seiner Vordrucke vom alten Reichsformat auf das Normformat ungezählte Millionen durch diese zehnprozentige Papierersparnis gewinnen. Die Behörden werden guttun, mit der Umstellung schnell voranzugehen, damit die Steuerzahler sehen, daß mit ihrem Gelde sparsam gewirtschaftet wird. Dieses Vorangehen wird aber auch der Normarbeit die Aufmerksamkeit und die Anteilnahme weiter Kreise sichern, die sich jetzt durch träges Verharren beim Althergebrachten gegen den wirtschaftlichen Fortschritt sträuben, den die Einführung der Normformate bedeutet.

Als eine der ersten Behörden hat bereits die Schweizer Oberpost- und Telegraphendirektion die neuen Formate für ihre Geschäftspapiere im inneren Betrieb eingeführt und, wie sie selbst mitteilt, gute Ergebnisse damit erzielt. In Deutschland hat als erster der Minister für Handel und Gewerbe die Benutzung der Normformate (Reihe A) für die Zeichnungen gefordert. Auch die Reichspostverwaltung stellt sich bereits in richtiger Erkenntnis der zu erzielenden Ersparnisse auf die neuen Normformate ein. Ein Rundschreiben des Reichswirtschaftsministeriums vom 2. 1. 23 ordnet für sämtliche Reichs- und Staatsbehörden den Übergang zu den Dinformaten an.

Bei näherer Betrachtung ergibt sich, daß die Papiernormung allen Buchdruckereien von großem Nutzen sein wird. Daß die Buchdruckereien durch die Formatvereinheitlichung ihre Kunden schneller bedienen können, bedarf wohl keines Beweises. Der Einwand, daß das alte vorrätige Papier zu großen Abfall ergäbe, dürfte auch nicht stichhaltig sein. Große Vorräte alten Papiers muten in jetziger Zeit wie ein Märchen an, und der Papierabfall, der durch die Verkleinerung des Reichsformats auf das neue Normformat (Kanzleiquart) entsteht, läßt sich in vielen Fällen ohne besondere Kosten gleichzeitig beim Druck von Geschäftspapieren mitbedrucken und vorteilhaft zu Aufschriftzetteln u. dgl. im Normformat A 8 oder zu Notizblöcken verwenden.

Sind auch durch das Normformat A 4 in den Druckereien hinsichtlich des Schriftsatzes der Vordrucke keine nennenswerten Vorteile zu erzielen, so kann doch der Satz gleich von vornherein in der Größe so eingerichtet werden, daß der Buchdrucker beim Wechseln der Formen, die nicht mehr die vielen verschiedenen Formatgrößen wie früher aufweisen, keinen unnützen Zeitverlust hat. Beim Hand- oder Maschinensatz der Zeitschriften lassen sich schon mehrere verbilligende Vereinfachungen durch die Formatordnung erreichen. Stereotypplatten und Galvanos werden kleiner und etwa um 10 vH billiger. Auch wird beim Druck die Zurichtung der kleineren Formen entsprechend billiger. Besonders tritt aber eine günstigere und allgemeinere Verwendungsmöglichkeit der Druckmaschinen ein, da nun Zeitschriften und Vordrucke in dem allgemeinen Normformat A 4 sowohl auf den betreffenden Rotationsmaschinen wie auch auf den Schnellpressen ohne Zeitverlust durch besondere Umstellung abwechselnd gedruckt werden können. Eine bessere Ausnutzung der Druckmaschinen läßt sich auch bei Anwendung gleicher Papiersorten erzielen, wenn verschiedene Formate der Hauptreihe zu einer großen Form nebeneinander geschlossen werden können, wie es die erste Zeichnung auf Seite 31 vom Dinbuch 1, Papierformate, zeigt. Nach dem Druck hat der Buchbinder die Auflage nur in ihre einzelnen Formate zu zerschneiden. Dieses Vorteils hat sich viele Jahre hindurch eine Militärdruckerei beim alten Reichsformat bereits bedient. Sie stellt alle Drucksachen im Reichsformat (bzw. Verdoppelung oder Unterteilung) her und schließt beim Druck größerer Auflagen in gleichem Papier stets die verschiedensten Formate zu großen Formen nebeneinander.

Auch der Buchbinderei kann die Einführung der Normformate nur Vorteile bringen. Schon die Verkleinerung des alten Reichsformats um 10 vH bringt eine Verbilligung mit sich. Mit der Zeit tri eine Verringerung der jetzigen vielen Formate ein, und dadurch wi vielfach eine Umstellung an den Falz-, Heft- und Schneidemaschine erspart werden. Auch das Zuschneiden von Materialien, Papp usw. zu dem hauptsächlich in Betracht kommenden Format A 4 kan zweckmäßig in stillerer Zeit auf Vorrat geschehen. Ebenso vereinfac und verbilligt sich die Verpackung und Versendung d Drucksachen im Normformat durch entsprechende einheitliche Anfe tigung der Packpapiere, Ballen und Kisten. Herstellung und Vervie fältigung von Zeichnungen werden durch die Anwendung von Norn formaten vereinfacht und verbilligt.

Endlich sei noch darauf aufmerksam gemacht, daß die Einführun der Normformate ganz von selbst weniger Größen von Briefhülle bedingt und dadurch Herstellung, Lagerhaltung und Verbrauch vo Briefhüllen wirtschaftlicher macht.

Daß schließlich auch die schnelle Umstellung der zahlreichen be hördlichen Amtsblätter auf das neue Aktenformat A dringend erwünscht ist, bedarf wohl keiner besonderen Begründun Mustervordrucke würden in Zukunft diesen Blättern nicht mehr in a weichender, sondern gleich in richtiger Gebrauchsgröße beigegebe werden können. Die Amtsblätter selbst lassen sich ohne weiteres in di Akten, die dann das gleiche Format haben, einheften.

Ähnlich wie bei den Behörden die Formateinheit von Amtsbla und behördlichem Vordruck erst das günstigste Zusammenspiel alle Arbeitsgänge von der Herstellung des Papiers über Papierhändle Druckerei, Buchbinderei bis zum Gebrauch in der Amtstube und zu Aufbewahrung in Kasten und Regalen bringt, so kommt auch di technische Zeitschrift erst dann auf den wirtschaftlichste Umgang mit Arbeitsmitteln und Arbeitskräften körperlicher und geistige Art, wenn alle Werbesachen, die den Zeitschriften beigeleg werden, mit der Zeitschrift selbst im Normformat erscheinen. Di Werbesachen haben alle noch wildes Format — sie wandern daher i den Papierkorb. Sie haben vielfach größten technischen, künstlerische und unterrichtlichen Wert — aber sie können nicht gesammelt un übersichtlich verwaltet werden, sie sind trotz ihrer sonstigen Höh ordnungstechnisch im Rückstand. Die einzelnen Firmen müssen darau dringen, daß ihre Werbebeilagen nur in Normformaten erscheinen. Ers dann gewinnen sie Dauerwert.

Trotz der zahlreichen aufgeführten, teilweise auf der Hand liegen den Vorteile sträuben sich heute noch viele Druckereien gegen die An wendung von Dinformaten. Dies hat verschiedene Gründe. Meist habe sich die maßgebenden Herren überhaupt noch nicht mit der Angelegen heit näher vertraut gemacht, obwohl in der Fachpresse weit und brei darüber geschrieben wurde. Erklärte doch eine größere Kieler Drucker noch im November v. J. einer Industriefirma, „sie habe noch nicht von Normformaten gehört und auch in den Fachblättern bisher darübe nichts gelesen“. Dort aber, wo der Wille zur Umstellung bereits aus gelöst ist, drängen sich die einzelnen, meist überschätzten Umstellungs schwierigkeiten zunächst so stark in den Vordergrund, daß über de Alltagsorgen der Zukunftswert der Umstellung ganz unterschätzt wird wenn nicht von außen her, also seitens der Besteller, immer wieder be stimmt auf Einhaltung der Normformate gedrungen wird.

Wer sich über das Wesen, die weiteren Vorteile der Normformate un die wirtschaftlichen Auswirkungen durch ihre Einführung genauer unte richten will, dem sei das schon oben angeführte Dinbuch 1, Papierformate das vom Normenausschuß der Deutschen Industrie, Anschrift: Dinorm Berlin, Sommerstraße 4 a, zu beziehen ist, zum Studium bestens empfohlen

Winzer, Dahlem, Abteilungsvorsteher i. d. Reichsdruckerei.

[W 159]

Rückkehr zu Festpreisen.

Die weitgehenden Meinungsverschiedenheiten, die innerhalb de Industrie auf dem Gebiet der Preisgestaltung und Lieferbedingunge herrschen, haben den Reichsverband der Deutschen Industrie, der sich bereits des öfteren mit der Frage der Preisbildung beschäftigt hat, veranlaßt, neuerdings entsprechende Leitsätze be kannt zu geben, die von einem Sonderausschuß aufgestellt und vom Vor stand des Reichsverbandes nach eingehender Beratung einstimmig gut geheißen worden sind. Die Leitsätze sollen, wie in den einleitende Worten betont wird, „gleichzeitig als Entgegnung auf die Vorwürf dienen, die gerade in der letzten Zeit gegen das Vorgehen der Industrie auf dem Gebiete der Preisgestaltung — ob mit Recht oder Unrecht, se hier dahingestellt — erhoben werden“. Die Richtlinien gehen von de Erkenntnis aus, daß die Industrie bei der Preisgestaltung vielleicht inso fern Fehler begangen habe, als sie zu rasch den Einflüssen der schwan kenden Erzeugungskosten nachgab und damit die Schwankungen selbst verstärkte. Allerdings ergab sich diese Preispolitik zumeist aus dem an sich berechtigten Bestreben nach Erhaltung der Produktionskraft. Die Industrie darf aber — das ist das Leitmotiv der neuen Richtlinien — „bei allem Bestreben ihrer Selbsterhaltung auf gewinnbringende Tätig keit nur mit der Maßgabe Rücksicht nehmen, als nicht das Gemeinwohl hierunter leidet“.

Als Grundlage für einen gesunden wirtschaftlichen Verkehr be zeichnen die Leitsätze eine Preispolitik, die möglichst wenig andere Elemente berücksichtigt als die normalen Preisbildungsgründe, nämlich Erzeugungskosten und Gebrauchswert des Erzeugnisses, Tauschwert des Zahlungsmittels, Nachfrage und Angebot. Da die infolge der Un sicherheit der wirtschaftlichen Verhältnisse in den letzten Jahren im Liefergeschäft eingeführten gleitenden Preise auf die strenge Prüfung

Schwedische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 48.

Schweden zeichnet sich hinsichtlich der Preisentwicklung vor allen andern in unseren Konjunkturtafeln betrachteten Ländern durch die größte Stetigkeit aus. Die Preishöhe bewegt sich ungefähr zwischen dem $1^1/_2$ bis $2^1/_4$ fachen der Friedenspreise. Gleichwohl darf die allgemeine Geschäftslage nicht als besonders günstig bezeichnet werden. Die Krone wurde in New York von Anfang November bis zur letzten Dezemberwoche über Pari notiert. Die Folge des günstigen Kronenkurses war aber u. a. ein Nachgeben des Roh- und Stabeisenpreises. Die schwedische Industrie — mit Ausnahme der Holz verarbeitenden — hat mithin immer noch mit Absatzschwierigkeiten zu kämpfen.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel: Kupfer . . am 24. Januar 7 108,00 ℳ/kg; Baumwolle . am 23. Januar 13 948,00 ℳ/kg; Dollar . . am 24. Januar 21 800 ℳ/$; Aktienziffer am 19. Januar 630 215

der Preisunterlagen bei dem Abschluß von Geschäften und auf den Abschluß von Lieferverträgen selbst nachteilig wirken, muß „die Rückkehr zur Normierung fester Preise als Endziel ins Auge gefaßt werden. Sie wird sich nicht auf einmal, sondern nur allmählich und dort, wo mehrere Faktoren für den Gleitpreis herangezogen werden, durch Ausschaltung eines Faktors nach dem anderen bewirken lassen." Insbesondere wird der Gleitpreis dort fallen müssen, wo die Zahlung in Goldwerten vereinbart wird. Dagegen wird bei Erzeugnissen, die aus Rohstoffen hergestellt werden, welche selbst in fremder Valuta zu bezahlen sind, ein Festpreis natürlich so lange nicht erreicht werden können, als erhebliche Wertschwankungen zwischen den fremdländischen und den deutschen Zahlungsmitteln bestehen. Die für solche Erzeugnisse vielfach üblich gewordene Festsetzung des Kaufpreises, auch im Inlandverkehr, in fremder Währung oder in Goldmark bringt wesentliche Nachteile mit sich. Der weitestgehende ist in der nahezu an eine Beseitigung heranreichenden Ausschaltung der deutschen gesetzlichen Papierwährung zu erblicken, die zweifellos preissteigernd auf die Goldwährung wirken muß. Hinsichtlich der bei der Berechnung der Preishöhe maßgebenden Gründe weisen die Richtlinien auf die Gefahr hin, die in einer allzu großen Rücksichtnahme auf die Möglichkeit der Wiederbeschaffung der Ware oder der zur Herstellung notwendigen Güter liegt.

Des weiteren betonen die Leitsätze die Notwendigkeit, daß der frühere Ruf der deutschen Ware wieder völlig hergestellt wird und die Vertragsbestimmungen bezüglich der Lieferzeiten streng eingehalten werden. Die in der letztgenannten Richtung häufig eingetretenen Verfehlungen werden in erster Reihe auf die Leistungsunfähigkeit der deutschen Verkehrseinrichtungen und auf die immer wiederkehrenden Arbeitsstörungen durch Ausstände und politische Unruhen zurückgeführt. Nicht selten sind sie aber auch durch „eine zu laxe Festsetzung der Lieferzeit, bedingt durch das Bestreben nach erhöhtem Absatz — oft in Konkurrenz mit anderen deutschen Lieferern —" verschuldet. Wandel in dieser Richtung kann nur durch Beseitigung der Ursachen erfolgen, d. h. dadurch, „daß die Sicherheit der Transporte gewährt und endlich den störenden Arbeitsunterbrechungen ein Ende gemacht wird. Gerade bezüglich der dauernden Arbeitsleistung aber wird wiederum Einfluß haben die auf größerer Stabilität der Lebensmittelpreise beruhende Abminderung des Verlangens nach Lohnerhöhung".

Präsidium und Vorstand des Reichsverbandes erwarten, wie es zum Schluß der Richtlinien heißt, daß die in den Leitsätzen niedergelegten Grundsätze von den angeschlossenen industriellen Verbänden und Einzelfirmen „praktisch und einheitlich durchgeführt werden", da bei einer Überschreitung der durch die augenblicklichen unübersehbaren Verhältnisse bedingten Abweichungen von der normalen Preisbildung, wie sie in den Leitsätzen berücksichtigt sind, in weiten Kreisen der verbandsfeindlichen Verbraucherschaft und des organisierten Handels und Handwerks eine Gegenbewegung wachgerufen werde, die nicht nur die unberechtigten Bestrebungen, sondern auch die durchaus gerechtfertigten Preismaßnahmen überrennen würde. Die Kartellstelle des Reichsverbandes ist vom Präsidium beauftragt, sich für restlose Berücksichtigung der Leitsätze in der Praxis einzusetzen und in allen Fällen, wo bewußte Verstöße gegen die Leitsätze vorliegen, von jeder Rückendeckung gegenüber der Öffentlichkeit und der Regierung abzusehen. [W 170]

BÜCHERSCHAU.

(Die Schlüsselzahl, mit der die angegebene Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 700).

Die Warmwasserbereitungs- und Versorgungsanlagen. Von W. Heepke, Gewerbe-Studienrat. München und Berlin 1921, R. Oldenbourg. 706 S. mit 411 Abb.

Das Buch gibt eine Übersicht über die Einrichtungen, mit deren Hilfe man warmes Wasser hauptsächlich zu Genußzwecken oder für den häuslichen Bedarf erzeugt; auch auf industrielle Betriebe ist hie und da Bezug genommen. Diese Anlagen werden meist von den gleichen Firmen wie die Zentralheizanlagen ausgeführt und ähneln ihnen, weil sie wesentlich dieselben Konstruktionselemente verwenden. Die Technik der zentralen Warmwasserversorgung ist in England viel mehr durchgebildet als bei uns, aber auch bei uns findet man mustergültige Anlagen, von der kleinen Anlage im Land- oder Stockwerkhaus bis hinauf zu den umfangreichen und prunkvoll ausgestatteten Versorgungen großer Gasthöfe oder bis zu den Versorgungen ganzer Krankenhauskomplexe.

Für dieses vielseitige und wirtschaftlich nicht unbedeutende Gebiet finden sich in dem Buch die Gesichtspunkte übersichtlich zusammengestellt; geschieht das auch mehr in Anlehnung an die Prospekte der verschiedenen Firmen als in grundsätzlicher Durcharbeitung des Stoffes, so ist doch das Gebotene für den ausführenden Ingenieur sehr wertvoll; in gleicher Vollständigkeit findet es sich sonst nirgends, und die Besprechung von Vorzügen und Nachteilen der einzelnen Bauarten ist im allgemeinen zutreffend.

In der Auswahl des Stoffes hätte meines Erachtens einige Beschränkung zugunsten des Buchumfanges und daher des Preises geübt werden können. Das Buch wird fast nur von Heizungsfachleuten benutzt werden; an vielen Stellen wäre daher der Hinweis auf die Einrichtungen der wesensähnlichen Warmwasserheizung besser angebracht gewesen als eine erneute Beschreibung und Abbildung. Das trifft zu auf Gliederkessel und Reduzierventile, auf die kurzen Angaben über die Berechnung der Rohrleitungen, zumal unter Wiedergabe der lange überholten Weisbachschen Widerstandszahlen. Auch die Angaben über Verbrennung bringen nichts, was besonders auf die Warmwasserbereitung zuträfe, und könnten ohne Schaden fortbleiben.

Auf S. 55 wird gesagt, bei Mischungs-Wasserwärmern komme für die Anwärmung nur die Dampfwärme zur Geltung (nach der heute ungebräuchlichen Regnaultschen Terminologie, wonach als Dampfwärme die Summe aus Flüssigkeitswärme q und innerer Verdampfungswärme ϱ zu verstehen ist, also die Gesamtwärme λ abzüglich der äußeren Verdampfungswärme Apu); die äußere Verdampfungswärme setze sich nämlich beim Ausströmen in mechanische Arbeit um und falle für den Erwärmungseffekt aus, während bei der Anwärmung durch eine Oberfläche hindurch auch Apu nutzbar werde. Daß sich beim Ausströmen ein Teil der Wärme in Bewegungsenergie umsetzt, ist wohl richtig, dem Wasser, dem sich der Dampf beimischt, wird daher zunächst in der Tat weniger als λ (aber auch nicht gerade $q + \varrho$) zugeführt; wenn aber die Bewegungserscheinungen im Wasser bald abklingen, verwandelt sich die umgesetzte Energie wieder in Wärme; daher wird bei Mischungs- wie bei Oberflächenwärmern dieselbe Wärmemenge nutzbar, nämlich die Gesamtwärme λ. Daß davon in beiden Fällen die nicht ausgenutzte Flüssigkeitswärme eine merkliche, je nach Lage der Dinge verschieden große Verlustquelle bedeutet, hätte an dieser Stelle gesagt und im einzelnen besprochen werden können. — Das erwähnte Versehen findet sich nochmals auf S. 514.

In Abb. 345 ist ein sogenannter Boiler stehender Bauart dargestellt, der unten eine Schlange als Heizkörper enthält; er ist mit einem Temperaturregler versehen. Dessen Tauchkörper liegt im oberen Teil des Boilers, ganz nahe der Wasseroberfläche, was aber nicht empfehlenswert ist. Denn wenn während einer Zapfpause der Wasservorrat hoch genug erwärmt war, hat der Regler den Dampf abgesperrt; wird nun gezapft, so bleibt der Tauchkörper so lange in warmem Wasser, bis der Wasserinhalt ganz ausgewechselt ist; er gibt also erst wieder Dampf, wenn der Wärmevorrat bereits erschöpft ist, und das widerspricht dem Zweck des Boilers, einen Vorrat stets bereit zu halten. Der Tauchkörper sollte nicht höher als auf halber Höhe des Wasserinhalts angebracht werden.

In Abb. 302 fehlt im Entleerungsrohr ein Absperrorgan.

Auf S. 166 wird die Möglichkeit besprochen, in der Übergangzeit eine Warmwasserheizung von einer Warmwasserbereitung aus zu erwärmen. Die Möglichkeit, die Temperatur der Heizung nach dem bekannten Mischverfahren von Krell (oder Reck) niedriger zu halten als die Temperatur des Brauchwassers, hätte hier mit Vorteil erwähnt werden können.

Bedauerlich ist an zahlreichen technischen Werken und Aufsätzen die geringe Präzision des Ausdrucks. Daß der Ingenieur vielfach die deutsche Sprache so auffallend wenig beherrscht, gereicht ihm schwer zum Nachteil; gute äußere Form ist nicht bloßer Schein, sie ist auch das Zeichen dafür, daß die Gedanken bis zu Ende gedacht sind, und sie erleichtert die Nachprüfung und schließt Mißverständnisse aus. Ich habe die Notwendigkeit der Schreibgewandtheit den Studierenden gegenüber früher oft betont, stieß dabei aber meist auf ungläubige Gesichter und begegnete Einwänden wie dem der Pedanterie; in der Industrie tritt ihre Wichtigkeit aber klar hervor.

Diese Bemerkung ist nun durch einige andere Erscheinungen der letzten Zeit veranlaßt; wird sie hierher gesetzt, so soll nicht gesagt sein, daß das vorliegende Buch besonders ungünstig dastehe, aber es enthält immerhin manche störende Unklarheiten des Ausdrucks, und der Wunsch nach einer Glättung bei einer kommenden Auflage sei ausgesprochen. Auf S. 350 steht z. B. der Satz: „Nach dem oben Dargelegten machen sich überall dort Wasserbehälter einzuschalten nötig, wo . . ." Und gleich darauf ist von der passenden Wahl einer Konstruktion die Rede, wo offenbar die Wahl einer passenden Konstruktion gemeint ist. Wustmanns Buch: „Allerhand Sprachdummheiten" ist noch heute lesenswert. [1485] A. Gramberg.

Was ist Mathematik? Unterhaltungen während einer Seereise. Von L. Heffter. Freiburg i. B. 1922, Theodor Fisher. 160 S. mit 40 Abb.

In leichtem Plauderton wird eine Anzahl grundlegender mathematischer Begriffe und Aufgaben an Hand einfacher Skizzen einem Nichtfachmann erläutert.

Taschenbuch für praktische Geometrie. Von Prof. Dr. H. Löschner. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 147 S. mit 10 Abb. Preis im Nov. 1922: 735 ℳ.

Die wichtigsten Formeln der praktischen Geometrie, Konstanten und Genauigkeitsangaben, Leitsätze für die Beobachtungen und Merkregeln für die Behandlung der geodätischen Geräte bilden den Hauptinhalt des Buches, dessen Stoff so geordnet ist, daß zunächst die Gegenstände der Winterübungen, dann die der Sommerübungen behandelt sind.

Vektoranalysis in ihren Grundzügen und wichtigsten physikalischen Anwendungen. Von Prof. Dr. phil. A. Haas. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 149 S. mit 37 Abb. Preis im Dez. 1922: 1200 ℳ.

Praktisches Maschinenrechnen. Von Weickert und Stolle. 1. Teil: Elementar-Mathematik. Von A. Weickert. 2. Band: Planimetrie. 2. Aufl. Berlin 1922, Julius Springer. 229 S. mit 348 Abb. Preis Gz. 4, geb. 4,7 ℳ.

Wissenschaft und Hypothese XXIII. **Relativitätstheorie und Erkenntnislehre.** Von Dr. J. Winternitz. Leipzig und Berlin 1923, B. G. Teubner. 230 S. mit 6 Abb. Preis im Dez. 1922: 1400 ℳ, geb. 1840 ℳ.

Die gegenwärtige Krisis in der deutschen Physik. Von Prof. Dr. J. Stark. Leipzig 1922, Johann Ambrosius Barth. 32 S. Preis im Nov. 1922: 168 ℳ.

Gegen den augenblicklich herrschenden theoretischen Einfluß in der physikalischen Wissenschaft tritt der Verfasser für eine höhere Wertung der experimentellen Richtung ein.

Elektrizität im Gaswerk. Herausgegeben von der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft. Berlin 1922. 138 S. mit 58 Abb.

Das Buch bildet einen Teil einer Sammlung von Druckschriften, in denen die AEG die reichen Erfahrungen, die sie auf den von ihr bearbeiteten Gebieten gesammelt hat, der Allgemeinheit zum Nutzen bekanntgibt, um zu weiteren Fortschritten anzuregen. In vorliegendem Buch werden die geschichtliche Entwicklung der Gasdarstellung, die einzelnen Verfahren, die zahlreichen Einrichtungen und Apparate durch geschickte Darstellung und eindrucksvolle Bilder erläutert und überall der Einfluß der Elektrizität auf die Bewältigung der zahlreichen Aufgaben entsprechend gewürdigt. Der Kraftbetrieb in seiner Entwicklung, der Stromverbrauch im Gaswerk, die Einrichtung eines eigenen Kraftwerkes, die Verwertung von Abfallstoffen und der Abfallhitze werden dabei erörtert. In einem Abschnitt Stromversorgung wird auf die Wahl des Stromsystems und auf den Strombezug aus dem fremden Netz eingegangen. Eingehend dargestellt werden die Elektromotoren und ihr Zubehör, die Beleuchtung und schließlich eine Zusammenfassung der wichtigsten Kraftverbraucher wie namentlich der Förderanlagen für Kohle und Koks gegeben.

Entdeckungsfahrten in den elektrischen Ozean. Von A. Slaby. 6. Aufl. bearb. von O. Nairz. Berlin 1922, Leonhard Simion Nf. 240 S. und 63 Tafeln. Preis geb. Gz. 6 ℳ.

Wir verweisen auf die Besprechung in Z. 1907, S. 1998, der nur hinzuzufügen ist, daß nach dem Tode des Verfassers die inzwischen auf dem Gebiete der elektrischen Wellen und der drahtlosen Telegraphie zurückgelegte Strecke Weges von einem hervorragenden Schüler und Mitarbeiter Slabys in gleich anschaulicher und klarer Weise beleuchtet ist, so daß das Buch frisch und eigenartig wie bei seiner ersten Auflage wirkt.

Hochfrequenzmeßtechnik, ihre wissenschaftlichen und praktischen Grundlagen. Von Dr.-Ing. A. Hund. Berlin 1922, Julius Springer. 326 S. mit 150 Abb. Preis geb. Gz. 8,4 ℳ.

Mathematisches und technisches Formeln- und Tabellenbuch für Elektroinstallateure und Elektrotechniker. Von W. Friedrich. Ausgabe C für Elektrotechnik von C. Schaub und G. Voltz. Magdeburg 1922, Creutzsche Verlagsbuchhandlung. 128 S. mit Abb. Preis Gz. 0,75 ℳ.

Elektrische Installation für Licht und Kraft. Von Dipl.-Ing. P. Stern. Herausgegeben vom Literarischen Büro der Siemens-Schuckert-Werke aus Veranlassung des 75jährigen Bestehens des Stammhauses, Siemensstadt b. Berlin.

Enthält eine planmäßige Zusammenfassung alles dessen, was der Installateur, der Monteur und der Betriebsleiter von den Eigenschaften und der Behandlungsweise elektrischer Installationen wissen muß, gestützt auf die auf diesem Gebiet seitens der Firma gesammelten jahrzehntelangen Erfahrungen.

Die Technik der elektrischen Meßgeräte. Von Dr.-Ing. G. Keinath. 2. Aufl. München und Berlin 1922, R. Oldenbourg. 477 S. mit 400 Abb. Preis Gz. 17, geb. 19,8 ℳ.

Gegenüber der ersten Aufl. (s. Z. 1922, S. 555) ist der Abschnitt über Temperaturmessungen fortgefallen, da darüber demnächst ein besonderes Buch: „Die Technik der elektrischen Pyrometer" erscheinen soll. Im übrigen sind die im letzten Jahre bekannt gewordenen Neuerungen berücksichtigt.

Sammlung Vieweg, Heft 25: **Grundlagen und Anwendungen der statistischen Mechanik.** Von Dr. A. Waßmuth. 2. Aufl. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn, A.-G. 115 S. mit 4 Abb. Preis Gz. 4 ℳ.

Die Werkstoffe für den Dampfkesselbau. Eigenschaften und Verhalten bei der Herstellung, Weiterverarbeitung und im Betriebe. Von Dr.-Ing. K. Meerbach. Berlin 1922, Julius Springer. 198 S. mit 53 Abb. Preis Gz. 6, geb. 8,3 *M.*

Oldenbourgs Technische Bibliothek, Band I: **Neuere Kühlmaschinen, ihre Konstruktion, Wirkungsweise und industrielle Verwendung.** Von Dr.-Ing. H. Lorenz und Dr.-Ing. C. Heinel. 6. Aufl. München und Berlin 1922, R. Oldenbourg. 400 S. mit 296 Abb. Preis Gz. 11,5 *M.*

Gegen die letzten beiden Auflagen, s. Z. 1910 S. 482 und 1913 S. 950, ist im Aufbau der vorliegenden Auflage nichts Grundsätzliches geändert. An Einzelheiten sind die Dampftabellen des ersten Kapitels und die Tabellen über Salzlösungen umgerechnet. Veraltete Bauweisen sind durch neue ersetzt, so daß das Buch wieder, wie früher, empfohlen werden kann.

Naturwissenschaftliche Bibliothek für Jugend und Volk. **Die Kraftmaschinen.** Von C. Schütze. 2. Aufl. Leipzig 1922, Quelle & Meyer. 258 S. mit 238 Abb.

Sammlung Vieweg, Heft 64: **Physik und Technik des Hochvakuums.** Von Dr. A. Goetz. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn, A.-G. 144 S. mit 69 Abb. Preis Gz. 5 *M.*

Technische Praxis: **Theorie und Bau der Dampfturbinen.** Von Ing. Dr. H. Melan. Leipzig und Wien 1922, Waldheim-Eberle A.-G. 288 S. mit 3 Tafeln und 163 Abb. Preis Gz. 4 *M.*

Taschenbuch für den Fabrikbetrieb. Von Prof. H. Dubbel. Berlin 1923, Julius Springer. 883 S. mit 933 Abb. und 8 Tafeln. Preis Gz. 15 *M.*

Recknagels **Kalender für Gesundheitstechniker 1923.** 27. Jahrgang. Von Dipl.-Ing. O. Ginsberg. München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 343 S. mit 69 Abb. und 133 Tafeln. Preis Gz. 5 *M.*

Wasserstraßen-Jahrbuch 1922. Von Reg.-Rat Dr. R. Zeitler. München 1922, Richard Pflaum. 197 S.

Im Mittelpunkt der Abhandlungen stehen der Rhein und die Donau und die Verbindung dieser beiden Ströme. Ferner ist die Weser behandelt, der Mittellandkanal und der Hansakanal.

Der Staffelflußausbau. Kraft-, Schiffahrts- und Kultur-Nutzung beim Oberen Rhein. Von Dr.-Ing. Th. Rümelin. Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. P. Riebensahm. München 1923, Dreiländerverlag. 38 S. mit 2 Abb.

Der französische Plan, den Rhein bei Basel durch einen Kanal in das Elsaß abzuleiten und erst bei Straßburg wieder in sein eigentliches Bett zurückzuführen, betrifft nicht nur die Uferstaaten, sondern auch andere Länder auf das tiefste, bedeutet er doch eine einseitige Bevorzugung rein französischer Interessen und würde den Rhein unter französische Aufsicht stellen. Eine umfassende Kraftausnutzung, wie sie durch den Kanal ermöglicht ist, kann durch den von Rümelin vorgeschlagenen Staffelflußausbau gleichfalls gewährleistet werden, so daß hierdurch die Möglichkeit gegeben ist, den Rhein dem deutschen Lande zu erhalten, ohne irgendwelche andere Vorteile aufzugeben.

Die neuen Wasserturbinen und Turbinenregler. Von W. Müller. Stuttgart 1922. Franckhs Technischer Verlag Dieck & Co. 179 S. mit 82 Abb., 2 Tafeln und einem Anhang: Tabellen und allgemeine Daten für das hydraulische Rechnen. Preis im Nov. 1922: 1800 *M.*

Rendiconti dell' istituto sperimentale aeronautico. Serie 2a Nr. 3. Von Ing. R. Verduzio. **I propulsori elicoidali e i recenti progressi dell' aerodinamica.** Von Ing. E. Pistolesi. Rom 1922, Giovanni Bardi. 246 S. mit 44 Abb. und 11 Tafeln.

Grundlagen der Fabrikorganisation. Von Dr.-Ing. E. Sachsenberg. 3. Aufl. Berlin 1922, Julius Springer. 161 S. mit 66 Abb. Preis geb. Gz. 8 *M.*

Die Verordnung über die schiedsgerichtliche Erhöhung von Preisen bei der Lieferung von elektrischer Arbeit, Gas und Leitungswasser vom 1. Februar 1919/9. Juni 1922 nebst den zugehörigen weiteren Bestimmungen. Erläutert von Geh. Bergrat P. Zickursch und Dr. R. Kauffmann. 2. Aufl. Berlin 1922, Julius Springer. 153 S.

Probleme der Weltwirtschaft, Bd. 38: **Vereinheitlichung industrieller Produktion.** Von Dr. H. Lage. Jena 1922, Gustav Fischer. 141 S. mit 6 Abb. Preis Gz. 3 *M.*

Die Interpretation Schweizerischer Erfindungs-Patente durch das Schweizerische Bundesgericht. Erläuterungen zu den Schweizerischen Bundesgesetzen betreffend das geistige Eigentum. Von Ing. W. Derichsweiler. Berlin 1922, Carl Heymann. 20 S. mit 13 Abb. Preis Gz. 1,4 *M.*

Bibliothek für Philosophie, 23. Band: **Psychische Vorgänge betrachtet als Bewegungen.** Von E. A. Bernhard. Berlin 1923, Leonhard Simion Nf. 88 S.

Die empirische Psychologie hat bisher daran festgehalten, daß die psychischen Elemente und Gebilde keine mechanischen Vorgänge, sondern für sich bestehende eigenartige Erscheinungen seien, die mit der Bewegungsmechanik in keiner Weise zusammenhängen. Im vorliegenden Buche ist zum erstenmal der Versuch gemacht worden, nachzuweisen, daß Empfindungen, Gedanken, Gefühle, Vorstellungen, Träume, Gedächtnis, Erkennen, kurz alle psychischen Auswirkungen Bewegungsvorgänge sind, von meßbaren Kräften eingeleitet, die auf meßbare Widerstände einwirken, sich in andere Bewegungen umsetzen können und dem Gesetz von der Erhaltung der Energie unterworfen sind. Es ist damit eine Frage von höchster allgemeiner Bedeutung angeschnitten, die Psychologie wird ein Teil der Mechanik werden, die Erforschung des Innenlebens wird mit ganz anderen, neuen Hilfsmitteln arbeiten. Die großen Grundlagen sind im vorliegenden Band festgelegt, weitere Bände sollen auf die Einzelheiten eingehen.

Flugschriften zur Berufsberatung. Heft V. **Die Bekämpfung der unlauteren und unzulänglichen privaten Fachschulen unter besonderer Berücksichtigung von Handel und Gewerbe.** Von Dr. K. Gaebel. 40 S. Desgl. Heft VI: **Das Berufsamt als Helfer von Handwerk und Industrie.** Von Dr. R. Liebenberg. 27 S. Berlin 1922, Leonhard Simion Nf.

Das Recht der Erfindung. Von Dr. Oelenheinz. Mannheim 1922, Mannheimer Vereinsdruckerei. 63 S.

Die Arbeit ist aus Vorträgen hervorgegangen, die der Verfasser im Reichsbund Deutscher Technik gehalten hat.

Die Umsatzsteuernovelle 1922. Gesetz, betreffend Abänderung des Umsatzsteuergesetzes vom 8. April 1922 nebst den Ausführungsbestimmungen vom 6. Mai 1922. Von Dr. F. Koppe und Dr. K. Ball. Berlin 1922, Spaeth & Linde. 159 S. Preis Gz. 1,8 *M.*

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES.

Sitzung des Patentausschusses des Vereines deutscher Ingenieure

vom 23. November 1922 in Berlin.

Zu Punkt 1 der Tagesordnung, Technische Gerichtsbarkeit, erhält Herr Osterrieth das Wort und führt folgendes aus:

In der Frage der Gerichtsbarkeit in Patentsachen stehen einander heute zwei Anschauungen unvermittelt gegenüber:

Die eine hält daran fest, daß alle Verletzungssachen grundsätzlich wie bisher den ordentlichen Gerichten verbleiben sollen, während von der anderen Seite, namentlich aus Kreisen der Industrie und der Technik, der Standpunkt vertreten wird, daß auch in Fragen über die Auslegung des Patents technische Sachverständige als Richter mitwirken sollen. Die Vorschläge über die Ausgestaltung dieser mit Technikern besetzten Gerichtsbarkeit gehen wieder insofern auseinander, als von einer Seite eine Vereinigung der gesamten Patentgerichtsbarkeit an einer dem Patentamt anzugliedernden Stelle, von der anderen Zeit eine Dezentralisierung vorgeschlagen wird. Da in absehbarer Zeit eine Einigung nicht zu erwarten ist und ohne eine solche eine Änderung der jetzigen Verhältnisse nicht zu erwarten steht, so fragt es sich, ob nicht ein Mittelweg eingeschlagen werden kann. Hierbei ist folgendes zu erwägen:

Als Mangel wird empfunden — wie dies auch aus Kreisen des Patentamts häufig ausgesprochen wurde —, daß die mit der Prüfung auf Patentfähigkeit befaßten Beamten des Patentamtes über die weiteren Schicksale des Patentes nichts erfahren und grundsätzlich niemals Gelegenheit haben, festzustellen, wie die patentierten Erfindungen in der Praxis auftreten, wie die Erfindungen verwendet werden und welche Merkmale sich als für die Praxis wesentlich herausstellen. Anderseits besteht der schon vielfach beklagte Übelstand, daß die rechtskundigen Richter keinerlei Kenntnisse und Erfahrungen in der Technik besitzen und namentlich aus eigener Anschauung von der Entstehung der Erfindungen und über ihr Verhältnis zum Stande der Technik nichts wissen können.

Aus dieser Überlegung ergibt sich die Schlußfolgerung, daß es zweckdienlich wäre, wenn ein Austausch zwischen den Beamten des Patentamtes und den mit Patentsachen befaßten Richtern dergestalt stattfinden könnte, daß Patentrichter einige Zeit im Patentamt in den Anmelde- und Nichtigkeitsabteilungen tätig sind und anderseits technische Beamte des Patentamts an Patentsachen der ordentlichen Gerichtsbarkeit mitwirken. Dem Gedanken eines solchen Austausches steht allerdings die formale Schwierigkeit entgegen, daß als Richter nur solche Personen tätig sein können, die durch den Erwerb von Rechtskenntnissen und eine entsprechende Vorbildung ihre Befähigung zum Richteramt dargetan haben. Es wäre daher zu erwägen, solche Techniker, die schon eine Reihe von Jahren im Patentamt tätig gewesen sind und sich eine gewisse Rechtskenntnis und eine gewisse Vertrautheit in der Behandlung von Rechtsfragen angeeignet haben, ebenfalls mit der Befähigung zum Richteramt in Patentsachen auszustatten. Es würde also ein Techniker, der etwa 10 Jahre als Prüfer und in Nichtigkeitsabteilungen tätig gewesen ist, auf Bekundung seiner vorgesetzten Behörde als Richter in eine Patentkammer oder in einen Patentsenat übernommen werden können, während umgekehrt Richter, die den Wunsch haben, sich in Patentsachen einzuarbeiten, für einige Zeit im Patentamt, in Anmeldeabteilungen und Nichtigkeits- und Beschwerdeabteilungen verwendet werden könnten. Naturgemäß wird der Erfolg einer solchen Maßregel wesentlich von der Auswahl geeigneter Personen abhängen. Indessen könnte ein solcher Versuch immerhin zeigen, ob der Gedanke, Techniker, die schon längere Zeit in richterlicher Tätigkeit im Patentamt gestanden haben, auch in die ordentliche Patentgerichtsbarkeit zu übernehmen, ausführbar ist oder nicht.

Aus dem Verlaufe der Erörterung ergibt sich, daß sich die Mehrzahl der Anwesenden der vorgetragenen Auffassung hinsichtlich der Erreichbarkeit eines weiter gesteckten Zieles nicht anschließen kann, doch sei der Vorschlag insofern zu begrüßen, als er dazu dienen könnte, den gewünschten Zustand anzubahnen. Man brauche allerdings in seinen Forderungen nicht so weit zu gehen wie die Vorschläge Herses, die die gesamte Gerichtsbarkeit in Patentsachen beim Patentamt zentralisieren wollen; man müsse vielmehr daran denken, Technische Kammern nach Art der Kammern für Handelssachen einzurichten. Die unhaltbaren Verhältnisse besonders in der Provinz machten eine Änderung des bestehenden Zustandes dringend notwendig, und es müßte besonders die Aufgabe des VDI sein, die Forderung nach technischen Richtern immer wieder zu erheben. Man einigt sich schließlich dahin, daß grundsätzlich eine weitergehende Forderung als der Vorschlag Osterieth aufzustellen, dieser Vorschlag aber gewissermaßen als erste Staffel auf dem Wege zur Erreichung des gewünschten Zieles zu betrachten sei. Nach einer weiteren Aussprache darüber, ob die von Herrn Osterrieth

gestellte Forderung ausdrücklich auf die mit richterlichen Funktionen betrauten Beamten des Reichspatentamtes zu beschränken sei, wird schließlich folgende allgemeiner gefaßte Resolution angenommen:

Der Verein deutscher Ingenieure hält nach wie vor an seiner Forderung fest, daß der Techniker als ordentlicher Richter in allen Patentprozessen hinzugezogen wird.

Solange dieses Ziel in seiner Allgemeinheit nicht durchführbar erscheint, wird als Übergangsform eine Änderung der Gesetzgebung vorgeschlagen, in dem Sinne, daß solche Techniker, die berufsmäßig während einer angemessenen Zeit mit richterlichen Funktionen betraut gewesen sind, zum Richteramt als befähigt angesehen und zur Patentgerichtsbarkeit herangezogen werden.

Zu Punkt 2 der Tagesordnung, Bericht über die Ergebnisse der letzten Rundfrage, spricht zur Rundfrage 1 betr. Widerrechtliche Entnahme Herr Neumann.

Seine Ausführungen gipfeln in folgenden, nach geringen Änderungen von der Versammlung einstimmig angenommenen Leitsätzen:

1. In der Frage der widerrechtlichen Entnahme hat sich das Verfahren des Einspruches und des Rechtes auf Neuanmeldung vor dem Patentamt bewährt. Es ist jedoch zu fordern, daß die Neuanmeldung nicht nur auf den Tag vor der Auslegung, sondern auf den Tag der ursprünglichen widerrechtlichen Anmeldung zurückdatiert wird.
2. Es ist eine gesetzliche Bestimmung aufzunehmen, daß außer dem Recht auf Neuanmeldung der Einsprechende im Verfahren vor dem Patentamt auch das Recht hat, die Übertragung zu fordern.
3. Es ist eine Bestimmung in das Gesetz aufzunehmen, daß dem Anmelder während der Dauer des Einspruchverfahrens und bis zum Ablauf der Frist für die Neuanmeldung ein Verzicht auf die Anmeldung nur mit Zustimmung des Einsprechenden zusteht.
4. Die Möglichkeit der Rechtsverfolgung durch die ordentlichen Gerichte mit dem Anspruch auf Übertragung der Anmeldung und Herausgabe der Nutzung nach den allgemeinen Bestimmungen des BGB soll bestehen bleiben. Es soll jedoch eine gesetzliche Bestimmung aufgenommen werden, daß nach dem Ermessen des Gerichtes ein maßgebendes Gutachten über Identität der Erfindungen vom Patentamt einzuholen ist, das auch die hier genannten Zeugen zu vernehmen hat. Es sind bezüglich der Rechtsstreitigkeiten noch besondere Bestimmungen zu erlassen, im wesentlichen in dem Sinne, daß bei Beschreitung eines Weges der andere ausgeschlossen sein soll.

Zu 1. Die Zurückdatierung auf den Tag der Anmeldung muß gefordert werden, weil in der Zwischenzeit die Erfindung veröffentlicht oder Vorbenutzungsrechte entstanden sein können.

Zu 2. Die Forderung der Übertragung hat der Neuanmeldung gegenüber den Vorzug, daß eine nochmalige, wenn auch nur förmliche Prüfung durch das Patentamt und die erneute Auslegung mit dem damit verbundenen Arbeits- und Zeitaufwand gespart wird. Sie wird daher in solchen Fällen der Neuanmeldung vorzuziehen sein, in denen die Anmeldung nach Auffassung des Berechtigten in einer seinen Interessen günstig erscheinenden Form ausgelegt worden ist. Die Verfolgung der Übertragung vor dem Patentamt statt vor den Gerichten ist wesentlich billiger und schneller.

Zu 3. Der Berechtigte muß dagegen geschützt werden, daß durch Fallenlassen der Anmeldung das Einspruchverfahren abgeschlossen wird. Die Möglichkeit eines Verzichtes auf die Anmeldung unter Zustimmung des Einsprechenden muß indes bestehen bleiben.

Zu 4. Trotz der gegen das Verfahren vor den Gerichten vorgebrachten Bedenken erscheint es untunlich, dem Geschädigten das ihm durch das BGB gegebene Recht zu schmälern, denn da in den überwiegenden Fällen die beiden Parteien an demselben Ort ansässig sind, kann unter Umständen das Verfahren durch das dortige Landgericht einfacher entschieden werden. Auch werden diejenigen Fälle ohnehin vor das Gericht gehören, in denen außer der Übertragung auch Herausgabe der bereits entstandenen Nutzung gefordert wird, sowie die Fälle, in denen die Einspruchsfrist bereits abgelaufen ist. Es muß aber eine Sicherheit dagegen geschaffen werden, daß der Richter bezüglich der Identität vor unüberwindliche Schwierigkeiten gestellt ist.

Zur zweiten Rundfrage betreffend papierene Technik spricht Herr Fritze. Als Ergebnis der Rundfrage ist das Bestehen einer geringen Mehrheit für die Herabsetzung des neuheitsschädlichen Alters von Druckschriften auf 50 Jahre zu betrachten, obwohl auch Stimmen vorhanden sind, die entschieden für die Beibehaltung der jetzigen Praxis eintreten. Es wird in einigen Fällen darüber geklagt, daß tatsächlich aus alten Druckschriften zu viel herausgelesen wird, während von anderer Seite darauf hingewiesen wird, daß solche Fälle selten sind und das Urteil darüber subjektiv ist. Ferner wird betont, daß etwaige Mißgriffe der Prüfstellen meistens in der höheren Instanz beseitigt würden. In der Erörterung wird für die Notwendigkeit einer Herabsetzung des neuheitsschädlichen Alters vor allen Dingen der Umstand angeführt, daß die jetzigen Verhältnisse bei Verletzungsklagen Anlaß geben, altes Druckschriftenmaterial, das in der Technik längst nicht mehr lebendig ist, hervorzusuchen, um das verletzte Patent zu Fall zu bringen. Da eine Herabsetzung des neuheitsschädlichen Alters auf 50 Jahre im Verhältnis zur Lebensdauer der Patente als zu weitgehend erscheint, wird einstimmig folgendes beschlossen: Der Verein deutscher Ingenieure hält eine Herabsetzung des neuheitsschädlichen Alters von Druckschriften auf 60 Jahre (gleich der viermaligen Patentdauer) für wünschenswert.

Über die Ergebnisse der dritten Rundfrage betr. Patentdauer berichtet Herr Gehne folgendes:

Als wichtigstes und zweifelloses Ergebnis dieser Rundfrage ist das Bestehen des weitverbreiteten Wunsches nach einer Verlegung des Anfangstermins der Schutzdauerrechnung zu betrachten, eine Forderung, die bekanntlich auch im Entwurf zur Patentgesetzreform erhoben worden ist. Soweit Bedenken gegen diese Forderung erhoben wurden oder zu erheben sind, beziehen sie sich darauf, daß eine solche Verlegung des Anfangstermins die Gefahr absichtlicher Verschleppung des Erteilungsverfahrens in sich schließt. Diese Bedenken bestehen in besonders hohem Grade für den Fall, daß man, wie das von einigen Bezirksvereinen gewünscht wird, den Tag der Erteilung als Anfangstermin festsetzen würde. Dieser Vorschlag würde daher wohl auszuscheiden sein.

Einer Verschleppung des Verfahrens bis zur Bekanntmachung kann das Patentamt wirkungsvoll entgegentreten. Will man verhindern, daß eine Verschleppung durch Anträge auf Aussetzung der Bekanntmachung erfolgt, so wäre das dadurch zu erreichen, daß man nicht den Tag der Bekanntmachung, sondern den Tag der Zustellung des Bekanntmachungsbeschlusses als Anfangstermin festsetzt.

Die Frage, ob, falls eine solche Verlegung des Anfangstermines stattfindet, woraus sich praktisch in den meisten Fällen bereits eine Verlängerung der Höchstdauer der Schutzfrist ergibt, die von diesem Tage an rechnende Schutzdauer mehr als 15 Jahre betragen soll, ist durch die Rundfrage nicht entschieden. Große Bedenken sprechen gegen eine von nur wenigen Bezirksvereinen gewünschte ausnahmsweise Erhöhung der Dauer bestimmter Patente über die Normaldauer hinaus. Es würde für das Patentamt schwierig sein, die Berechtigung der für die Verlängerung geltend gemachten Gründe zu prüfen. Das Verfahren, wie es vom Patentamt hinsichtlich der Kriegsverlängerung geübt wird, ist auf eine Dauereinrichtung nicht anwendbar. Bei einer solchen Einrichtung könnte auch über Verlängerungsanträge nicht eine Instanz endgültig entscheiden. Es müßte Widerspruch seitens der beteiligten Kreise möglich sein. Das würde zu langwierigen Verfahren und zu einer großen Rechtsunsicherheit und zur Beunruhigung Anlaß geben.

Es werden folgende Fragen zur Erörterung und Abstimmung vorgeschlagen:

1. Soll eine Verlegung des Termins, von dem an die gesetzliche Schutzdauer der Patente zählt, erfolgen?

Die Frage wird einstimmig bejaht.

2. Soll für diesen Termin
   a) der Tag der Zustellung des Bekanntmachungsbeschlusses,
   b) der Tag der Bekanntmachung,
   c) der Tag der Erteilung festgesetzt werden?

Es wird c einstimmig verneint und mit einer Mehrheit von 5 zu 4 Stimmen zwischen a und b zugunsten von b entschieden.

3. Soll die gesetzliche Höchstdauer mehr als 15 Jahre betragen?

Es ergibt sich nach einstimmigem Beschluß die Ansicht dahin, daß ferner eine Erhöhung der Schutzdauer auf etwa 17 Jahre erwünscht erscheint.

4. Soll eine ausnahmsweise Verlängerung bestimmter Patente zulässig sein?

Die Frage wird einstimmig verneint.

Zu Punkt 4 der Tagesordnung führt Herr Neumann folgendes aus: Nach dem geltenden Recht wirkt die Zwangslizenz erst vom Tage der rechtskräftigen Entscheidung. Es ist schon in der Literatur, namentlich von Seligsohn, im Juniheft „Gewerblicher Rechtsschutz" gefordert worden, daß dieser Zustand geändert wird, da er weder der Billigkeit noch dem wirtschaftlichen Bedürfnisse entspricht. Es wird darauf hingewiesen, daß der Inhaber des älteren Patentes den Rechtsstreit verzögern und dadurch den Zwangslizenzberechtigten schädigen kann, ohne daß dieser ein Mittel dagegen hat.

Die beste Heilung würde eintreten, wenn eine Änderung des Gesetzes dahin vorgenommen würde, daß die Zwangslizenz wie die Nichtigkeit des Patentes rückwirkend gemacht wird, wenn die Bedingungen für die Zwangslizenz, insbesondere also das öffentliche Interesse, schon vorher erfüllt waren, was wohl meistens zutreffen wird.

Der von Herrn Neumann aufgestellte Leitsatz: „Die gesetzlichen Bestimmungen über das Zwangslizenzverfahren werden dahin ergänzt, daß auf Antrag des Klägers die Zwangslizenz mit rückwirkender Kraft erteilt werden kann, soweit zurückliegend die Bedingungen für die Zwangslizenz bereits vorgelegen haben," wird einstimmig angenommen; außerdem auf Anregung des Herrn Kuhlemann der Zusatz: „Das Patentamt soll im Zwangslizenzverfahren berechtigt sein, einstweilige Verfügungen zu erlassen."

Zu Punkt 5 der Tagesordnung (Verschiedenes) nimmt Herr Kuhlemann das Wort und macht Mitteilung von einer Unterredung mit dem Präsidenten des Reichspatentamtes. Herr Kuhlemann teilte dem Präsidenten mit, daß die beteiligten Kreise es für dringend erwünscht halten, daß die Mitglieder des Reichspatentamtes nicht die Fühlung mit der technischen Praxis verlieren, sondern diese durch Besichtigungen, Informationsreisen und dergl. aufrechterhalten und vertiefen. Falls die hierfür vorhandenen Mittel nicht ausreichen, beabsichtigt der Verein deutscher Ingenieure, vorausgesetzt, daß der Präsident damit einverstanden ist und der Vorstand des Vereines dem Plane zustimmt, an alle beteiligten wirtschaftlichen Organisationen heranzutreten und sie zur Hergabe von Mitteln zu veranlassen. Die eingehenden Gelder soll der Verein als Zentralsammelstelle vereinnahmen und ohne Angabe der besonderen Quellen dem Präsidenten des Patentamtes für die gedachten Zwecke zur Verfügung stellen. Der Präsident des Reichspatentamtes erklärte, daß er gerne bereit sei, diesen Vorschlag dem Herrn Minister vorzulegen und seine Annahme warm zu befürworten. Die Versammlung erklärt sich mit dem Vorschlage einverstanden. Entsprechende Schritte sollen eingeleitet werden.

Herr Free regt an, sich mit dem Reichsverband der deutschen Industrie ins Einvernehmen zu setzen. Auch dieser Anregung soll Folge geleistet werden. (A 1580) Dr. Gehne.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 6 SONNABEND, 10. FEBRUAR 1923 BD. 67

I N H A L T:

AN DIE DEUTSCHEN INGENIEURE.

Die Kundgebung des Vorstandes „Westfalens Ingenieure!" hat weit über die Kreise unserer Berufsgenossen hinaus wärmsten Widerhall gefunden. Es gilt jetzt, auch durch die Tat zu zeigen, daß wir zu unsern bedrängten Fachgenossen stehen, die neben den Arbeitern im Ruhrgebiet in besonders starkem Maße durch die weitere Entwicklung der Verhältnisse betroffen werden.

Der großen Sammlung des gesamten deutschen Volkes werden gewiß gerade auch aus unsern Berufskreisen sehr erhebliche Mittel zufließen. Daneben aber wird es, wie Anregungen uns zeigen, vielen unserer Mitglieder in der Heimat und im Ausland ein Bedürfnis sein, insbesondere für die durch Gewalt bedrängten Fachgenossen mit einem Geldbetrag einzutreten.

Der Vorstand hat daher ein Konto: „Verein deutscher Ingenieure Ruhrhilfe" bei der Deutschen Bank, Depositenkasse A, Berlin W 8, errichtet, über das unser Gauverband für Rheinland und Westfalen verfügen soll. Der Gauverband wird hiervon je nach Bedarf auf Grund der Kenntnis der örtlichen Verhältnisse Beträge zur Unterstützung der durch die Ruhrbesatzung in Not geratenen Fachgenossen abrufen. Ueber die eingehenden Beträge werden wir in den V.D.I.-Nachrichten berichten.

DER VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Klingenberg, Vorsitzender; Lippart, Kurator.

Das Verhalten der Metalle bei wiederholter Beanspruchung.

Von P. Ludwik und R. Scheu, Wien.

(Mitteilung aus dem mechanisch-technologischen Laboratorium der Technischen Hochschule Wien.)

Torsions-, Biege- und Schlag-Dauerversuche mit Aluminium, Kupfer und Flußeisen. Beziehungen zwischen Beanspruchung und Wechselzahl, Einfluß der Härte und Schmeidigkeit, der mechanischen und der thermischen Vorbehandlung auf die Dauerfestigkeit. Formänderungsdiagramme ermüdeter Metalle. Verfestigung und Korngestalt. Gefügeänderungen.

Die meisten Maschinenteile stehen nicht unter ruhender, sondern unter wechselnder Belastung, einer Beanspruchungsart, wofür die Rechnungsgrundlagen eigentlich noch fehlen. Nur Dauerversuche können sie schaffen. Trotz vieler solcher Versuche[1]) sind wir über die scheinbar einfachsten einschlägigen Fragen noch heute im Unklaren. In letzter Zeit wird sogar immer mehr bezweifelt, ob es überhaupt eine Grenzspannung („Arbeitsfestigkeit") gibt, die ein Stoff beliebig oft erträgt. Schon die geringste Beanspruchung würde dann, wenn nur genügend oft wiederholt, den Bruch herbeiführen[2]).

Fraglich ist auch, in welcher Weise Härte und Schmeidigkeit, also Formänderungswiderstand und Formänderungsfähigkeit, die Dauerfestigkeit beeinflussen. Recht wenig wissen wir auch noch über den Einfluß der mechanischen und der Wärme-Vorbehandlung (Kaltbearbeitung, Vergütung), über die Änderung der Festigkeitseigenschaften mit der Zahl der Belastungswechsel und über die hierbei stattfindenden Gefügeveränderungen.

Zur Erforschung aller dieser Fragen sind in den letzten Jahren im mechanisch-technologischen Laboratorium der Technischen Hochschule Wien nunmehr zu einem gewissen Abschluß gelangte Versuchsreihen durchgeführt worden, über deren Ergebnis im folgenden ganz kurz — ohne daß auf die Ausführung und die Einzelheiten der Versuche näher eingegangen wird — berichtet werden soll.

Abb. 1. Verhalten von Aluminium und Kupfer bei wechselnder Verdrehung in gleicher Richtung (Kurve I) und in entgegengesetzter Richtung (Kurve II).

Für diese Versuche standen zur Verfügung: eine 6 mkg-Verdrehungsmaschine von Alfred J. Amsler & Co., die für Dauerversuche umgebaut wurde, eine Dauerbiegemaschine derselben Fabrik und ein Kruppsches Dauerschlagwerk von Mohr & Federhaff. Untersucht wurden Aluminium, Kupfer und Flußeisen.

Beziehung zwischen der Größe der Beanspruchung und der Zahl der ertragenen Wechsel.

Die Beanspruchung bestand in wiederholter, gleichgerichteter und die Richtung wechselnder Verdrehung. Die Beziehungen zwischen der Grenzbelastung M_0 (in kgcm) und der Zahl der bis zum Bruch erforderlichen Spannungswechsel n veranschaulicht Abb. 1 für Aluminium (von 8 mm Dmr.) und Kupfer (von 7 mm Dmr.), wobei die Momente auf einen Stabdurchmesser $d_0 = 10$ mm bezogen wurden. Die gestrichelten Kurven gelten für die in gleicher Richtung, die vollgezeichneten für die in entgegengesetzter Richtung wechselnden Beanspruchungen. M_{max} entspricht dem Bruchmoment des ausgeglühten Metalles.

Anschaulich tritt vor allem hervor, daß in dem durch die Versuche gedeckten Bereich eine die Richtung wechselnde Beanspruchung viel gefährlicher ist als eine stets gleichgerichtete wiederholte Beanspruchung. So verminderten z. B. bei Aluminium 600 Belastungswechsel bei gleichgerichteter Beanspruchung die Drehungsfestigkeit nur um 4 bis 5 vH, dagegen bei entgegengesetzt gerichteter schon um die Hälfte. Kupfer ertrug eine rd. 15 vH unterhalb M_{max} liegende Grenzbelastung gleichgerichtet rd. 2500 mal, bei wechselnder Drehrichtung jedoch kaum 4 mal.

Mit weiter abnehmender Grenzbelastung M_0 nimmt die ertragene Wechselzahl n immer rascher zu, wie aus dem vollgezeichneten Kurvenverlauf in Abb. 2 zu ersehen ist, die das Verhalten von weichem, geglühtem Flußeisen (von 6 mm Dmr.) bei wechselnder Verdrehung veranschaulicht. Der links gezeichnete Momentenmaßstab gibt die Momente wieder, bezogen auf $d_0 = 10$ mm. So verursacht z. B. bei weichem Flußeisen eine Verminderung der Grenzbelastung von 0,5 M_{max} au[f] 0,25 M_{max} ein Ansteigen der bis zum Bruch ertragenen Be[-]lastungswechsel von rd. 1500 auf fast 200 000.

Ob schließlich nach Millionen Wechseln eine Grenzbeanspruchung M_{min} erreicht wird, die das Metall unendlich oft erträgt, ohne zu brechen, darüber gibt der allgemeine Charakter der Kurven keinen Aufschluß. Denn gleich gut lassen sich z. B. höhere Hyperbeln und Exponentialkurven anlegen. Die Hyperbeln ergeben $M_{min} = 0$, die Exponentialkurven aber $M_{min} > 0$. So z. B. würde sich eine hyperbelähnliche Kurve von der Gleichung:

$$M_0 = C n^k \quad \ldots \ldots \quad (1)$$

wobei M_0 die Grenzbelastung in kgcm, $C = 216$ kgcm und $k = -0{,}124$ ist, von $n = 1$ bis $n = 180\,000$ gut anschmiegen. Für $n = \infty$ wird $M_0 = 0$.

Eine ähnliche Beziehung fand O. H. Basquin[3]) bei seinen Dauerversuchen mit verschiedenen Eisen- und Stahlsorten, die sich bis rd. 10 Millionen Spannungswechsel erstreckten, und auch nach den von H. F. Moore und F. B. Seely[4]) gegebenen Gleichungen strebt die Grenzbeanspruchung mit steigender Wechselzahl [?] einem Nullwerte zu. Dagegen würde eine Art Exponentialkurve von der Form:

$$M = M_{min} + C a^x \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

wobei $C = 300{,}7$ kgcm, $a = 0{,}535$ und $x = n^{0{,}112}$ (vergl. die vollgezeichneten Kurven Ia und Ib in Abb. 2) bei ebenso guter Übereinstimmung (wie die Hyperbel) $M_{min} = 21{,}1$ kgcm ergeben. Dies wäre dann dasjenige Drehmoment, welches beliebig oft ertragen werden würde.

Um zu sehen, welche Beziehungen auch bei möglichst hohen Wechselzahlen gelten, haben wir neuere Versuche von O. Lasche[5]) herangezogen, bei denen Nickelstahl (mit 5 vH Nickelgehalt und von etwa 47 bis 50 kg/mm² Streckgrenze, 55 kg/mm² Zugfestigkeit und 20 vH Dehnung) bis 210 Mill. mal hin- und hergebogen wurde. Es zeigte sich, daß die höhere Hyperbel von der Gleichung

$$\sigma_0 = C n^k,$$

wobei σ_0 die Grenz-Biegebeanspruchung in kg/cm², $C = 46{,}320$ kg/cm² und $k = -0{,}199$, sich zwar wieder ganz gut bis $n = 10$ Mill., nicht aber darüber hinaus anlegen ließ, was beson[-]

Abb. 2. Verhalten von geglühtem Flußeisen (Kurve Ia u. Ib) und von kaltgerecktem Flußeisen (Kurve IIa u. IIb) bei wechselnder Verdrehung.

ders deutlich beim Umzeichnen auf Logarithmenpapier hervortritt, wo von dieser Wechselzahl an die Kurve von der Geraden immer stärker abbiegt. Vollständige Deckung (die Ordinatenabweichungen blieben stets unter 2 vH) über den ganzen Versuchsbereich, d. i. von $n = 0{,}2$ bis $n = 210$ Mill., gab nur eine Exponentialkurve mit $\sigma_{min} > 0$, vergl. Abb. 3, die gestrichelten Kurven Ia und Ib.

Diese durch vier Versuchswerte, entsprechend $n = 0{,}2$; 2; 2[0] und 200 Mill., gelegte Kurve hatte die Gleichung:

$$\sigma_0 = \sigma_{min} + C a^x \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

wobei $\sigma_{min} = 1695$ kg/cm², $C = 8113$ kg/cm², $a = 0{,}955$ und $x = n^{0{,}26}$. Das betreffende Flußeisen würde also (bei auch über $n = 21[0]$ Mill. gleichartigem Kurvenverlauf) unter rd. 1700 kg/cm² liegende Biegebeanspruchungen beliebig oft ertragen, wenn nicht Kerb[-]

---

[1]) M. Rudeloff, Der heutige Stand der Dauerversuche mit Metallen. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes 1916 S. 361. Über neuere Dauerversuche vergl. auch u. a.: H. F. Moore und J. B. Kommers, Iron Age 1920 S. 1595; O. Lasche, Konstruktion und Material im Bau von Dampfturbinen und Turbodynamos. Berlin 1920; W. Müller und H. Leber, Z. 1921 S. 1089 u. Z. 1922 S. 548; Fr. Rittershausen und Fr. P. Fischer, „Stahl und Eisen" 1921 S. 1631.

[2]) Vergl. A. Schob, „Stahl und Eisen" 1915 S. 1233 und 1921 S. 1611.

[3]) Nach Stahl und Eisen 1920 S. 91.

[4]) Nach Stahl und Eisen 1915 S. 1233.

[5]) O. Lasche, Konstruktion und Material im Bau von Dampfturbinen und Turbodynamos, Berlin 1920, S. 32, Abb. 49, Kurve I, bzw. S. 3[?] Abb. 54, Kurve I und II. Lasche arbeitete nicht mit gleicher Belastung, sondern mit gleicher Durchbiegung und berechnete aus dieser nach dem Hookeschen Gesetze die Beanspruchung.

wirkungen (vergl. weiter unten) einen vorzeitigen Bruch herbeiführten. Eine solche Auslegung der Dauerversuche von Lasche würde also für das Vorhandensein einer „Arbeitsfestigkeit" („Schwingungsfestigkeit") sprechen. Ob sie wirklich besteht, ist grundsätzlich eigentlich nicht beweisbar, denn es ist ja noch immer möglich, daß der Bruch doch eingetreten wäre, wenn man den Dauerversuch noch weiter (Jahrzehnte hindurch) fortgesetzt hätte.

Einfluß der Kaltreckung.

Kaltreckung soll nach Cormack, Cuningham, Eden und Rose die Dauerfestigkeit erhöhen[1]), nach Bairstow, Howard und Stanton dagegen sie erniedrigen[2]), nach neueren Versuchen von O. Lasche[3]) aber nur von geringem (eher ungünstigem) Einfluß sein.

Um diese wichtige Frage zu studieren, hat Hr. Ing. Dr. Franz Rinagl in unserm Laboratorium umfangreiche Dauerversuche mit einem Kruppschen Dauerschlagwerk für Wechselkerbschlagproben und einer Amslerschen Dauerbiegemaschine durchgeführt. Das für diese (sowie für die folgenden Vergütungs-) Versuche verwendete Flußeisen, vergl. auch Abb. 6, wurde uns ausgeglüht in Rundstangen von 22 mm Dmr. von Rudolf Schmidt & Co., Wien, zur Verfügung gestellt. Abb. 4 zeigt die bei der Wechselkerbschlagprobe, Abb. 5 die bei der Dauerbiegeprobe verwendete Form des Probestabes und die Art der Beanspruchung.

Im Dauerschlagwerk[4]) drehte sich der gekerbte Probestab nach jedem Schlag um 180°. Das wirksame Fallgewicht (Fallhammer + Stangen + oberes Querhaupt) betrug 4,19 kg, die Fallhöhe 28 mm und die Schlagzahl etwa 85 in 1 min. In der Dauerbiegemaschine[5]) drehte sich der unter Gewichtbelastung stehende Stab stetig mit 1000 Uml./min. Die Biegebeanspruchung im gefährlichen Querschnitt betrug 34,3 kg/mm² (bei 70 kg Belastung und 13 mm Dmr.).

Abb. 3. Verhalten von Flußeisen bei wechselnder Biegebeanspruchung nach Versuchen von O. Lasche. Die gestrichelte Kurve ist die nach Gl. 3 gezeichnete Exponentialkurve, die eine Arbeitsfestigkeit $\sigma_{min} = 1695$ kg/cm² ergibt.

Abb. 4. Wechselkerbschlagprobe.

Abb. 5. Dauerbiegeprobe.

Über die Ergebnisse dieser Versuche (die andernorts noch ausführlicher besprochen werden) sei hier nur mitgeteilt, daß Kaltbearbeitung die Dauerfestigkeit e r h ö h t e. Während z. B. ausgeglühtes Eisen nur 8000 Wechselkerbschläge ertrug, hielt das um 15 vH vorgestreckte 20 000 Schläge aus. Auch im Biegeversuch erwies sich das kaltbearbeitete Eisen widerstandsfähiger. Während das ausgeglühte kaum 3 Millionen Umdrehungen aushielt, wurden bei dem vorgereckten bis 45 Millionen Umdrehungen erreicht. Doch waren hier (im Gegensatze zu den Schlagversuchen, die nur geringe Streuung zeigten) die Abweichungen der Einzelwerte von den Mittelwerten sehr bedeutend, obwohl alle Stäbe poliert waren, um Kerbwirkungen durch Schleifrisse auszuschließen und die Maschine auch nachts lief, um Betriebsunterbrechungen zu vermeiden. Besonders Einspannfehler (wie z. B. das geringste Verziehen des Stabes nach dem Abdrehen) können bei nicht abgefederter Gewichtbelastung von sehr großem Einfluß sein. Die Biegeversuche werden unter fortlaufender Messung der Exzentrizitäten und Durchbiegungen mittels Spiegelapparaten noch weiter fortgesetzt.

Verdrehversuche mit geglühtem und verschieden stark kalt bearbeitetem Flußeisen zeigten, daß das kaltbearbeitete Metall auch wiederholte Hin- und Herdrehungen besser aushielt als das geglühte. So ertrug z. B. ein Drehmoment $M_0 = 0{,}4\ M_{max}$ geglühtes Eisen nur rd. 6000 mal, dagegen ein bis etwa 0,8 M_{max} (entsprechend einer Verwindung von rd. 80 vH) vorgerecktes Eisen fast 100 000 mal, vergl. auch Abb. 2. Die vollgezeichneten Kurven Ia und Ib gelten für das geglühte, die gestrichelten IIa und IIb für das auf $M = 0{,}8\ M_{max}$ vorgereckte und verschieden hoch auf Hin- und Herdrehung wiederholt beanspruchte Flußeisen (von 6 mm Dmr.). Versuche mit Aluminium und Kupfer führten zu ähnlichen Ergebnissen[6]). Ob aber dieser günstige Einfluß der Kaltbearbeitung bei sehr geringen Grenzbeanspruchungen und dementsprechend hohen Wechselzahlen bestehen bleibt, ist noch recht fraglich, um so mehr als eine durch Kaltbearbeitung erhöhte Fließgrenze durch wiederholte Beanspruchung allmählich wieder herabgedrückt werden kann. (Vergl. den Abschnitt „Änderung der Festigkeitseigenschaften" unten.)

Der Gesamtverlauf der Kurven, Abb. 2, würde eher darauf hindeuten, daß dieser Einfluß schließlich — wenn auch wohl erst bei sehr hohen Wechselzahlen[7]) — ganz verschwindet. So hatte z. B. die durch vier Punkte ($n = 15$, 150, 1500 und 150 000) gelegte Exponentialkurve für das geglühte Eisen die Gleichung:

$$M_0 = 21{,}1 + 300{,}7 \cdot 0{,}535^x,$$

wobei $$x = n^{0{,}112}$$

[vergl. Gl. (2)], und für das kaltbearbeitete die Gleichung:

$$M_0 = 21{,}1 + 295 \cdot 0{,}514^y,$$

wobei $$y = n^{0{,}08}.$$

Beide Kurven haben also denselben M_{min}-Wert (21,1 kgcm), was bedeuten würde, daß die „Arbeitsfestigkeit" („Schwingungsfestigkeit") durch Kaltbearbeitung n i c h t erhöht werden kann. Doch ist das vorliegende Versuchsmaterial noch viel zu dürftig, um diese Frage zu entscheiden.

Einfluß der Wärmebehandlung.

Als Versuchsmaterial dienten wieder die erwähnten Flußeisenstangen (von 22 mm Dmr.). Die Haltepunkte wurden nach dem Differentialverfahren von Roberts-Austen bestimmt. Die auf 900°, d. i. etwas über den obern Haltepunkt, in einem elektrisch geheizten Heraeus-Röhrenofen von 60 mm l. Dmr. und 60 cm Länge erhitzten Probestäbe wurden im Ölbad abgeschreckt (durch Hineinfallenlassen aus dem Ofen) und hierauf 1 h auf 350°, 500° und 650° wieder im elektrischen Ofen angelassen. Eine Versuchsreihe wurde auch in Wasser abgeschreckt und gar nicht angelassen. Mit dem so vergüteten und gehärteten Stoff wurden nun einerseits gewöhnliche Zugversuche und Härteproben[8]) zur Bestimmung der Elastizitätsgrenze (σ_E), Proportionalitätsgrenze (σ_P) und Streckgrenze (σ_S), des Elastizitätsmoduls (E), der Zerreißfestigkeit (K_z), Bruchdehnung (δ), Einschnürung (q) Formänderungsarbeit (A)[9]) bzw. Kegeldruck- (H_1) und Kugeldruckhärte (H_2) durchgeführt, anderseits (wie früher mit den vorgereckten Proben) Dauerbiegeproben und Wechselkerbschlagproben zur Bestimmung der Dauerfestigkeit vorgenommen.

Abb. 6 gibt einen Überblick über die wichtigsten Versuchsergebnisse. Als Abszissen wurden die Anlaßtemperaturen, als Ordinaten die ermittelten Dehnungs-, Elastizitäts-, Festigkeits- und Härtwerte aufgetragen. Die Ordinate $t = 900°$ gilt für das bei 900° ausgeglühte, gar nicht gehärtete Eisen, während die Werte für die im Wasser gehärteten, gar nicht angelassenen Stäbe der Vollständigkeit wegen noch ganz links aufgetragen wurden.

Der Verlauf dieser Kurven zeigt, daß mit zunehmender Anlaßtemperatur die durch die ertragene Wechselzahl n gekennzeichnete Dauerfestigkeit a b n i m m t bei gleichzeitig sinkendem σ_E, σ_S, K_z, H_1 und H_2. Die größte Widerstandsfähigkeit gegen oftmals wechselnde Beanspruchung hatte das im Wasser gehärtete, gar nicht angelassene Flußeisen, das 33 600 bis 43 600 Kerbschläge, d. i. 5- bis 6mal soviel aushielt als das ausgeglühte, obzwar doch wohl zu erwarten gewesen wäre, daß ersteres wegen seiner größeren Sprödigkeit und vielleicht zurückgebliebener innerer Spannungen bei stoßweiser Beanspruchung, besonders in gekerbtem Zustande, weniger Wechsel ertragen würde als das letztere.

Hieraus scheint hervorzugehen, daß für die Widerstandsfähigkeit der Metalle gegen oftmals wiederholte Beanspruchung

[1]) Vergl. auch „Stahl und Eisen" 1922 S. 944.
[2]) Nach M. R u d e l o f f, Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes 1916 S. 361.
[3]) O. L a s c h e, Konstruktion und Material im Bau von Dampfturbinen und Turbodynamos Berlin 1920 S. 34.
[4]) Vergl. auch E. K o t h n y, Gießerei-Zeitung 1919 Nr. 24 S. 378.
[5]) Vergl. auch E. H e y n, Z. 1914 S. 389; E. P r e u ß, Z. 1914 S. 701; M. R u d e l o f f, Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes 1916 S. 355; M. M ü l l e r und H. L e b e r, Z. 1921 S. 1089; Fr. R i t t e r s h a u s e n und Fr. P. F i s c h e r, „Stahl und Eisen" 1921 S. 1681.
[6]) Vergl. „Über Dauerversuche". Mitteilungen des k. k. technischen Versuchsamtes 1918, 2. Heft, S. 36.
[7]) Bei z. B. $n = 1000$ Mill. würde im vorliegenden Falle das kaltbearbeitete Eisen noch immer ein rd. 35 vH höheres Drehmoment ertragen als das ausgeglühte.
[8]) Über die Ausführung der Härtproben vergl. Zeitschr. f. Metallk. 1922, März-Heft, S. 101.
[9]) Die Formänderungsarbeit A ist die Fläche des Zugdiagramms (in mkg/cm³).

nicht die Formänderungsfähigkeit (Schmeidigkeit), sondern hauptsächlich der Formänderungswiderstand (Elastizitätsgrenze, Fließgrenze) maßgebend ist. Je größer dieser Widerstand ist, um so mehr werden auch (unter sonst gleichen Umständen) die bei jedem Spannungswechsel auftretenden Hin- und Herschiebungen (vergl. weiter unten) erschwert, und um so später führen diese schließlich zum Bruche. Bei einem weichen Metalle sind bei gleich hoher Beanspruchung diese jeden Wechsel begleitenden bleibenden Formänderungen erheblich größer und rufen daher die den Bruch einleitenden Gefügelockerungen entsprechend früher hervor. Die Schmeidigkeit[1]), das Formänderungsvermögen, eines Metalles scheint hiernach für dessen Dauerfestigkeit nur von untergeordneter Bedeutung zu sein.

Hierfür sprechen auch kürzlich veröffentlichte Dauerschlagversuche (mit einem Kruppschen Dauerschlagwerk) von W. Müller und H. Leber[2]), Fr. Rittershausen und Fr. P. Fischer[3]), bei denen Eisen- und Stahlsorten höherer Streckgrenze im allgemeinen (sofern keine scharfen Eindrehungen vorhanden waren) höhere Schlagzahlen ergaben. Doch muß man sich auch hier vor zu weitgehenden Verallgemeinerungen hüten. So ergaben z. B. neue Versuche von Müller und Leber[4]), daß unter Umständen — nämlich je nach der Gefügebeschaffenheit, insbesondere je nach der Verteilung des Zementites — das härtere, kohlenstoffreichere Eisen rascher ermüdet als das weichere. Nur bei den am günstigsten vergüteten Kohlenstoffstählen nahm die Dauerfestigkeit stetig mit dem Kohlenstoffgehalte bzw. der Härte und Festigkeit zu. Bei Legierungen wird also die Dauerfestigkeit auch von der Art der Verteilung der einzelnen Gefügebestandteile wesentlich abhängig sein.

Abb. 6. Änderung der ertragenen Wechselkerbschläge und der Festigkeitseigenschaften von Flußeisen mit der Wärmebehandlung.

Die bei den einzelnen Kurven angegebenen Verhältniszahlen zeigen das Maß, in dem die Weite auf der Ordinate der Darstellung wegen verkürzt oder vergrößert worden sind

Abb. 7 u. 8. Formänderungsdiagramme von Flußeisen bei wechselnder Verdrehung.

Änderung der Festigkeitseigenschaften.

Die allmähliche Änderung der Festigkeitseigenschaften bei fortschreitender Wechselbelastung läßt sich recht anschaulich im Verdrehversuch verfolgen. Einige typische Verdrehungsschaubilder, aufgenommen mit weichem Flußeisen von 7 mm Dmr., mögen dies veranschaulichen, vergl. Abb. 7 und 8.

Als Abszissen wurden die auf die Längeneinheit bezogenen Verwindungen γ vH $= 100 \frac{z \pi d}{l}$ (wenn z die Verwindungszahl, d der Stabdurchmesser und l die Meßlänge ist) und als Ordinaten die zugehörigen Drehmomente M aufgetragen, und zwar beide Werte (γ und M) ohne Rücksicht auf die jeweilige Drehrichtung stets im gleichen Sinne. Als „positiv" sei stets die Drehrichtung bei der ersten Verdrehung, als „negativ" die entgegengesetzte Drehrichtung bezeichnet.

Die Kurve T in Abb. 7 zeigt das bekannte Verdrehungsschau bild eines schmeidigen Metalls. Schon unter 100 kgcm beginn das Eisen, sich bleibend zu verformen. Bei der weitern Ver drehung nimmt der Formänderungswiderstand erst stark, dan immer schwächer zu, bis bei $\gamma = 420$ vH das Bruchmomen $M_{max} = 302$ kgcm erreicht wird.

Wird früher z. B. bei $M = M_0$ entlastet und sofort[5]) wiede in demselben Sinne (positiv) weitergedreht, so erscheint die Dreh grenze auf das zuletzt erreichte Moment M_0 gehoben, und de weitere Verlauf des Diagrammes fällt mit dem Verdrehungsschau bild T zusammen.

Anders aber, wenn nach der Entlastung im entgegenge setzten Sinne (negativ), also zurückgedreht wird. (Kurve T in Abb. 7.) Die Drehgrenze liegt jetzt weiter unter dem zuletz erreichten Momente $M_0 = 180$ kgcm (a—1), das erst nach eine beträchtlichen Formänderung (Rückdrehung a—b) erreicht wird wobei sich der Stab mehr oder weniger stark erwärmt.

Wird der Stab wiederholt mit $\pm M_0$ wechselnd belastet, so er leidet er bei jedem Spannungswechsel eine solche bleibende Form änderung. Sie ist um so kleiner und wird daher um so öfter er tragen, je niedriger die gewählte Grenzbelastung liegt[6]). Wird der Dauerversuch vor dem Bruchеintritt z. B. nach x Belastungs wechseln unterbrochen und der Stab nun im positiven Sinne (ohn Entlastung) weiter verdreht, so bringt ein Vergleich der so er haltenen Kurve T_x mit dem Verdrehungsschaubild T des ur sprünglichen Metalles dann dessen Veränderung durch eine $x$maligen Spannungswechsel zeichnerisch zum Ausdruck.

Damit diese Änderung noch besser hervortritt, wurde neben den Kurven T_x der über M_0 liegende Teil T_0 des Verdrehungs schaubildes gestrichelt eingezeichnet. Abb. 7 (Kurve T_3) und Abb. 8 (Kurve T_{77}) zeigen, daß beide Kurven (T_3 mit T_0 und T_{77} mit T_0) praktisch zusammenfallen[7]). Die Abweichungen liegen noch innerhalb der Genauigkeitsgrenzen. Nur insofern er gibt sich ein Unterschied, als die Kurve T_x kürzer ist, nämlic schon bei $M = M_x < M_{max}$ endet, ehe also M_{max} noch erreich ist. Das Bruchmoment M_x des $x$mal mit $\pm M_0$ belasteten Stab liegt um so tiefer, je öfter er vorher wechselnd beansprucht wurd Sinkt endlich M_x für $x = n$ (vergl. Abb. 8 für $x = n = 230$) unt

[1]) Vergl. auch „Über Kohäsion, Härte und Zähigkeit", Z. f. Metallk. 1922, März-Heft, S. 101.

[2]) Z. 1921 S. 1089 und Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 247 (1922).

[3]) „Stahl und Eisen" 1921 S. 1681.

[4]) Z. 1922 S. 543.

[5]) Wird die Wiederbelastung nicht sofort vorgenommen, sondern er nach Stunden und Tagen, so steigt unter dem Einfluß der Zeit — besonde bei höheren Temperaturen (wenn z. B. der Eisenstab einige Minuten g kocht wird) — die neue Drehgrenze oft weit über die zuletzt erreich Höchstspannung, worauf gelegentlich andernorts eingegangen werden soll.

[6]) Viel geringere, wohl auf innere elastische Spannungen rückfüh bare, bleibende Formänderungen treten bei jedem Wechsel auf, wenn d Belastung statt zwischen $\pm M_0$ nur zwischen Null und $+ M_0$ schwingt.

Vergl. Über Dauerversuche, Mitteilungen des k. k. technischen Ve suchsamtes 1918, 2. Heft, S. 36, und Z f. Metallk. Bd. XI, 1919, Heft 5, S. 15

[7]) Eine negative (statt positive) Weiterdrehung führt zu de gleichen Ergebnis, wenn die Wechselzahl nicht zu klein ist, sonst weich T_x und T_0 etwas ab. Für Eisen (vergl. Abb. 7 und 8) beträgt diese A weichung z. B.

bei $x = 2$ bis 6 vH,
bei $x = 40$ bis 4 vH,
bei $x = 80$ aber nur mehr 1 vH.

Vielleicht bewirkt ein öfterer Spannungswechsel einen besseren Ausgleich son rückbleibender innerer elastischer Spannungen. Hiervon abgesehen scheint al die Größe der Verfestigung von der Fließrichtung nur wenig beeinflußt werden.

Vergl. auch „Über die Veränderung der Metalle bei wechselnder B anspruchung", Ingenieur-Zeitschrift 1921 Heft 3 und 4 S. 16.

Grenzbelastung M_0, so tritt der Bruch schon während des …uerversuches ein, und M_0 ist dann das größte Drehmoment, das … n mal mit $\pm M_0$ belastete Stab gerade noch erträgt.

Diese Versuche führen zu dem überraschenden Ergebnis, daß … ermüdete Flußeisen ganz unabhängig von der Zahl der voran…gangenen Spannungswechsel (x) und der Höhe der gewählten …enzbelastung (M_0), oberhalb dieser **ein fast gleiches** (nur …gen der erwähnten Gefügelockerung früher abbrechendes) …rformungsschaubild zeigt wie das ursprüngliche **Metall.** Dieses … also durch die mit jedem Spannungswechsel verknüpften oft …esonders bei hohen Grenzspannungen) sehr bedeutenden …ibenden Formänderungen (vergl. Abb. 8) **keine Verfestigung** …ahren. Vielleicht sind solche keine Verfestigung hervorrufenden …rmänderungen wenigstens teilweise auf Hin- und Herschiebungen …erhalb der Kristallkörner zurückzuführen, wodurch sich auch … erwähnte Unabhängigkeit der Dauerfestigkeit von der Schmei…keit des Metalles erklären ließe.

Bei wiederholter Beanspruchung spie… sich also im Metall ganz unabhängig …einander zwei grundsätzlich verschie…e Vorgänge ab: eine Verfestigung, ent…echend der ersten Beanspruchung, bis … Grenzspannung und eine Festigkeits…minderung (örtliche Gefügelockerung) …rch die bei jedem Wechsel je nach der …he der Grenzspannung mehr oder weni… starken bleibenden Formänderungen.

Ganz ähnliche Erscheinungen treten … Aluminium und Kupfer auf[1]).

Die Unabhängigkeit dieser Gesetz…ßigkeiten von der Größe der Grenz…astung und Wechselzahl deutet auch …auf hin, daß zwischen einer Wechsel…nspruchung von z. B. einigen Tausend …chseln und eigentlichen Dauerver…hen (mit Millionen Wechseln) ein …etiger Übergang stattfindet. Da mit …ehmender Grenzbelastung die jeden …nnungswechsel begleitenden bleibenden …rmänderungen rasch abnehmen, können … schließlich so klein werden, daß keine …rkliche Erwärmung mehr auftritt[2]).

Hierbei ist auch wohl zu beachten, … sich mit abnehmender Grenzbelastung … Beanspruchung immer weniger gleich…ßig verteilt. Bei niedrigen Grenzspan…ngen treten die bleibenden Formände…ngen schließlich nur mehr an den durch … Kerbwirkung[3]) infolge zu …arfer Übergänge, Oberflächenverletzun… (Schleifrisse) und innerer Ungleich…ßigkeiten (Schlackeneinschlüsse, Sei…ungen, Hohlräume, poröse Stellen, Ge…everschiedenheiten u. dgl.) am meisten …chwächten Stellen auf. Nur hier „ar…et" und erwärmt sich sodann der Stab, …rend sich die andern Stabteile nur …r elastisch verformen. Der Dauer…ch kann dann erfolgen, ohne daß die …tels Spiegelversuche gefundene mittlere …astizitätsgrenze" des ganzen Stabes …h überschritten wurde.

Solche Kerbwirkungen sind bei Dauer…nspruchung auch vor allem darum so …ährlich, weil hier nicht wie bei gewöhn…er Überbeanspruchung ein Spannungs…gleich und eine Verfestigung eintritt, …ald im Kerbgrund die Fließgrenze über…ritten wird. Versuche mit Aluminium, Kupfer und Eisen …gten nämlich, daß eine durch Kaltbearbeitung erhöhte Fließ…nze durch die Wechselbeanspruchung allmählich wieder herab…rückt wird in dem Sinne, daß die gleiche Formänderung durch …ner geringere Spannungen hervorgerufen werden kann. So …. wurde Flußeisen (von 6 mm Dmr.) zuerst bis $M = 0{,}8\ M_{max}$ …tsprechend $\gamma = 80$ vH) vorbelastet und dann einer Wechsel…nspruchung $\pm M_0 = 0{,}53\ M_{max}$ (d. i. bis ⅔ der Vorbelastung) …erworfen. Um dann den Stab um z. B. $\gamma = 4$ vH zu ver…den, war erforderlich nach 10 Wechseln $M = 0{,}8\ M_{max}$, …h 2000 Wechseln nur $M = 0{,}66\ M_{max}$ und nach 4000 Wech… gar nur $M = 0{,}6\ M_{max}$. Derart wird mit steigender Wechsel…l, also zunehmender Ermüdung, das kaltgehärtete Metall all…hlich wieder weicher, was wohl auf die fortschreitende Gefüge…kerung zurückzuführen ist[4]).

Änderung des Gefüges.

Über die bei wiederholter Beanspruchung im Metall stattfindenden Vorgänge gibt eine Gefügeuntersuchung nur unvollkommen Aufschluß. Probestäbe aus Flußeisen wurden bis zu verschieden hohen Grenzbelastungen ($\pm M_0$) verschieden oft hin und her verwunden und dann metallographisch untersucht. Von den vielen so erhaltenen Gefügebildern seien hier einige besonders typische herausgegriffen.

Abb. 9 zeigt das Gefüge des Flußeisens im ursprünglichen ausgeglühten Zustande[5]), Abb. 10 nach einer Verwindung um $\gamma = +50$ vH (wobei $M = +215$ kgcm erreicht wurde), Abb. 11 nach darauffolgender vollständiger Rückdrehung ($\gamma = +50$ vH -50 vH $= 0$, wobei das Drehmoment noch weiter von $M = +215$ auf -226 kgcm stieg), und Abb. 12 nach einer weitern Rückdrehung um nochmals -50 vH. Durch die erste (positive) Formänderung wurden die Kristallkörner der Größe der Verwindung entsprechend verzerrt, durch die zweite, gleich große (negative) Formänderung aber wieder in die frühere Lage zurückverformt, wobei die Fließgrenze (bei gleichgerichteter Weiterdrehung) auf fast das Zweieinhalbfache der des geglühten Metalles stieg.

Abb. 9 bis 12. Korngestaltsänderungen und Gleitlinien bei wechselnd verwundenem Flußeisen.

Abb. 9. Geglüht. $V = 400$.

Abb. 10. Verwunden um $\gamma = +50$ vH. $V = 400$.

Abb. 11. Verwunden um $\gamma = +50$ vH -50 vH $= 0$. $V = 400$.

Abb. 12. Verwunden um $\gamma = +50$ vH -100 vH $= -50$ vH. $V = 400$.

Hiermit ist auf die einfachste Weise der Beweis erbracht, daß die Verfestigung eines Metalles unabhängig von seiner Korngestalt erfolgen kann. Annahmen, welche die Verfestigung nur auf Änderungen der Korngestalt zurückführen, sind daher abzulehnen[6]). Bei zu starken Hin- und Herwindungen verformen sich die Kristallkörner nicht mehr vollständig zurück, und es treten Verwerfungen und Abschiebungen auf.

Die in Abb. 10 bis 12 auch deutlich sichtbaren Gleitlinien erschienen an den verformten Kristallkörnern erst nach längerem Nachpolieren des vorgeätzten Schliffes mit sehr fein geschlämmter Tonerde und nochmaligem kurzem Ätzen.

[1]) Vergl. „Über die Ermüdung der Metalle", Zeitschr. des Österr. …nieur- u. Architekten-Vereines 1916 Heft 42 S. 795.

[2]) Besonders bei Dauerbiegebeanspruchung nach Abb. 5, wo nur ein …schnitt „arbeitet" und die Wärmeableitung durch die nahe Einspannung …ächtlich ist.

[3]) Vergl. E. Heyn, Handbuch der Materialienkunde für den Ma…nenbau, 2. Teil, Hälfte A; S. 364, Berlin 1912, Julius Springer.

[4]) An Versuchen mit Aluminium und Kupfer konnte nachgewiesen wer… daß eine solche Erniedrigung der Fließgrenze durch wiederholte Beanspruchung auch dann eintritt, wenn die Belastung nicht in entgegengesetzter Richtung, sondern in gleicher Richtung wechselt. Vergl. Mitteilungen des k. k. technischen Versuchsamtes 1918, 2. Heft, S. 36.

[5]) Mas Bruchmoment M_{max} des 7 mm dicken Drahtes betrug 302 kgcm; vergl. auch Abb. 7.

[6]) Eine andere Verfestigungshypothese wurde kürzlich in dieser Zeitschrift aufgestellt, vergl. Z. 1919 S. 142, wo auch weitere einschlägige Literaturhinweise gegeben sind.

Abb. 13 bis 16 Zerklüftete Kristallite in wiederholt beanspruchtem Flußeisen.

Abb. 13. $V = 800$

Abb. 14. $V = 800$

Abb. 15.
Abschiebungen vorwiegend parallel zur Stabachse.

Abb. 16.
Abschiebungen vorwiegend senkrecht zur Stabachse.

Die in Abb. 13 bis 16 dargestellten Kristallite stammen von einem Flußeisenstab, der rd. 200mal zwischen $\pm 0{,}6\ M_{max}$ wechselnd verdreht worden ist. Die besonders senkrecht und parallel zur Stabachse gegeneinander verschobenen Kernteile lassen auf Hin- und Herschiebungen schließen, die (wohl auch begleitet von molekularen Zerrungen und Drehungen) schließlich durch örtliche Kohäsionsüberschreitungen den Bruch auslösen werden.

Zusammenfassung.

Torsions-, Biege- und Schlag-Da[uer]versuche vorwiegend mit Flußeisen [er]gaben:

1. Die Beziehung zwischen der Gre[nz]beanspruchung σ_0 und der ertragen[en] Wechselzahl n läßt sich durch e[ine] Exponentialgleichung von der For[m] $\sigma_0 = \sigma_{min} + C\,a^x$ ausdrücken, wo[bei] $x = n^k$ und C, a, k Stoffwerte si[nd]. σ_{min} ist dann die Beanspruch[ung] („Arbeitsfestigkeit", „Schwingun[gs]festigkeit"), die das Metall belie[big] oft aushalten würde.
2. Eine vorangegangene Kaltbearbeitu[ng] erhöht zumindest bei nicht zu gerin[gen] Grenzbeanspruchungen die Da[uer]festigkeit. Mit zunehmender Wech[sel]zahl wird das vorgereckte Metall [in]folge fortschreitender Gefügelockeru[ng] allmählich wieder weicher, wodu[rch] auch Kerbwirkungen so gefährli[ch] werden.
3. Bei vergütetem Flußeisen sinkt [die] Dauerfestigkeit mit steigender Anl[aß]temperatur. Im Wasser gehärte[tes], gar nicht angelassenes Flußeisen h[ält] bei der Wechselkerbschlagprobe me[hr] Schläge aus als das geglühte oder v[er]gütete. Für die Widerstandsfähigk[eit] eines Metalles gegen oftmals we[ch]selnde Beanspruchungen ist — ne[ben] der Gefügebeschaffenheit — hauptsä[ch]lich der Formänderungswidersta[nd] (Elastizitätsgrenze, Fließgrenze, Hä[rte] und Festigkeit), nicht aber die For[m]änderungsfähigkeit (Schmeidigke[it]) maßgebend.
4. Das ermüdete Metall zeigt ganz [un]abhängig von der Zahl der voran[ge]gangenen Spannungswechsel und [der] Höhe der Grenzspannung oberh[alb] dieser das gleiche (nur früher [ab]brechende) Formänderungsschau[bild] wie das ursprüngliche Metall. [Bei] wiederholter Beanspruchung spie[len] sich im Metall ganz unabhängig v[on]einander zwei grundsätzlich versch[ie]dene Vorgänge ab: eine Verfestig[ung] entsprechend der ersten Beanspruch[ung] bis zur Grenzspannung und eine Festigkeitsverminderu[ng] (örtliche Gefügelockerung) durch die mit jedem Wechsel v[er]knüpften, je nach der Höhe der Grenzspannung mehr o[der] weniger starken bleibenden Formänderungen.
5. Die Größe der Verfestigung ist unabhängig von der Ko[rn]gestalt. Der Dauerbruch wird ausgelöst durch Hin- und H[er]schiebungen innerhalb der Kristallkörner. [119]

Gefüge und Wärmeleitvermögen feuerfester Steine.

Von Max Jakob, Charlottenburg.

Bei der Messung der Wärmeleitfähigkeit von Magnesitsteinen haben verschiedene Beobachter Werte gefunden, die sich voneinander um mehr als das Zwanzigfache unterscheiden. Es wird versucht diese Unstimmigkeit aus Verschiedenheiten des Gefüges zu erklären. Aussichten auf Herstellung von feuerfesten Steinen mit großer oder kleiner Wärmeleitfähigkeit.

Da der metallurgischen Industrie viel daran gelegen ist, die Wärmeleitfähigkeit der feuerfesten Stoffe zu kennen, wird an dieser Frage seit einigen Jahrzehnten besonders in Amerika, Deutschland, Frankreich und Japan eifrig gearbeitet. Es sind bereits die verschiedensten Verfahren ausgebildet worden, die bei stationärer oder veränderlicher Wärmeströmung die Wärmeleitfähigkeit zu ermitteln gestatten. Der Erfolg dieser Arbeiten entspricht zwar noch nicht ganz der von vielen verdienten Forschern darauf verwandten Mühe; es bestehen vielmehr große Unstimmigkeiten, die teils auf Fehler der Meßverfahren, teils auf mangelhafte Ausdeutung der Versuchsproben (ihrer thermischen Vorbehandlung, Porosität u. dgl.) zurückzuführen sind. Immerhin kann man bei vielen Stoffen aus der Fülle der Versuchsergebnisse mit einer fürs erste genügenden Genauigkeit die Wärmeleitfähigkeit entnehmen.

Nur bei den Magnesitsteinen steht man vor einem wahren Rätsel. Aus der Zahlentafel 1, S. 132, entnimmt man, daß ihre Wärmeleitfähigkeit λ bei 20° zwischen 0,4 und 8 $\mathrm{kcal \cdot m^{-1}\, h^{-1}\, Grad^{-1}}$ gefunden worden ist, eine Unstimmigkeit, die zwar kaum allein den Versuchsverfahren zur Last gelegt werden kann[1]), für die aber bisher eine einleuchtende andere Erklärung nicht beigebracht werden konnte. Eine solche soll im folgenden versucht werden.

Bei einer planmäßigen Durchmusterung der Versuchsw[erte] für feuerfeste Stoffe ist mir aufgefallen, daß bei denjenigen [der in] Zahlentafel 1 angeführten Sorten, die eine kleine Wärmeleitfä[hig]keit λ haben, λ mit zunehmender Temperatur zunimmt, bei [den] gut leitenden Sorten aber abnimmt. Nun haben bekanntlich ni[cht]metallische amorphe Substanzen kleines, mit der Temperatur [zu]nehmendes λ, kristallinische dagegen großes, mit steigender T[em]peratur fallendes λ. Z. B. hat Eucken[2]) für kristallinisc[hen] Quarz und amorphes Quarzglas die Werte der Zahlentafel [2] gefunden.

Zahlentafel 2. Wärmeleitfähigkeit λ von Quar[z]

t °C	Quarzkristall senkrecht zur Achse	Quarzkristall parallel der Achse	Quarzgla[s]
—190	21,1	42,1	0,57
— 78	8,7	16,8	1,00
0	6,2	11,7	1,19
100	4,8	7,7	1,64

Somit liegt der Gedanke nahe, daß in den Magnesitstein[en ...] und II die amorphen Bestandteile überwiegen, bei IV, V und [...] die kristallinischen, und zwar kann man sich die Steine [als] mechanische Gemenge von amorphen und kristallinischen Te[ilen ...]

[1]) Siehe hierzu meine Kritik der Verfahren von Heyn und von Tadokoro (Z. 63 S. 69, 1042, 1045, 1046 u. 1047, 1919, Mitt. a. d. Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde-West 1919 Heft 5 u. 6, Physik. Berichte 3 S. 591 1922).

[2]) A. Eucken, Annal. d. Phys. (4) 34 S. 185 1911.

Zahlentafel 1. Wärmeleitfähigkeit λ von Magnesitsteinen
(P = Porosität, ϱ = scheinbares spezifisches Gewicht, t = Temperatur)

te	Chemische Analyse MgO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MnO	P vH	ϱ	t °C	λ kcal · m^{-1} h^{-1} $Grad^{-1}$	Beobachter	Bemerkungen
I	88,8	0,2	0,2	9,3	0,3			2,35	20 400 800 1200	0,43 0,50 0,57 0,65	Heyn, Bauer und Wetzel [1])	Gepreßtes Material. Vor der Messung mehrere Stunden bis etwa 1200° erwärmt.
									20 400 800 1200	0,35 0,41 0,48 0,55		Vor der Messung mehrere Stunden bis etwa 1360° erwärmt.
I								2,15	600 900	1,29 1,39	van Rinsum [2]) (Hencky)	Material der Rheinischen Schamotte- und Dinaswerke, Bendorf
I	76,4	18,3	2,6	0,8		0,2		2,37	45	1,41	Tadokoro [3])	Schmelztemperatur 1790° Spez. Wärme 0,193
	53,3	22,5	14,8	2,5	4,9			2,01	rd. 50 300 600 900	2,39 1,98 1,56 1,35	Tadokoro [3])	Spez. Wärme 0,206
	86,4	2,7	6,5	4,4			34	2,34	20 250 500 750 1000	4,35 4,04 3,67 3,25 2,78	Goerens [4])	Bendorfer Fabrikat
I	92,1	5,0	0,4	1,6	1,7		31,4	2,40	20 400 800 1200	rd. 8 5,7 3,5 rd. 3,1	Dougall, Hodsman und Cobb [5])	

Zahlentafel 3. Wärmeleitfähigkeit λ von Chromsteinen.

rte	Chemische Analyse Cr_2O_3	MgO	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	ϱ	t °C	λ kcal · m^{-1} h^{-1} $Grad^{-1}$	Bemerkungen
I	36,4	14,6	1,9	19,5	1,8	0,9	3,03	rd. 50	1,41	Schmelztemperatur 1790° Spez. Wärme 0,172
I	31,9	16,5	8,3	24,9	16,9	0,3	3,20	rd. 75 300 500 700 900	1,62 2,07 2,16 1,95 1,71	Spez. Wärme 0,172

ken, wobei sich vielleicht noch durch thermische Vorbehand- die ganze Masse oder ein Teil aus dem kristallinischen in amorphen Zustand (oder umgekehrt) umwandeln kann. Wäh- bei Heyn λ vor der ersten starken Erwärmung mehr- so groß war wie bei den endgültigen Beobachtungen, gibt iffiths [6]) an, daß λ von weißer Magnesia bei Erhitzung 550° plötzlich um 100 vH ansteigt.

Außer bei einem Magnesitstein hat Tadokoro auch bei m Chromstein oberhalb 500° Abnahme von λ mit zunehmen- Temperatur gefunden (siehe Zahlentafel 3).

Trifft meine Auffassung von dem entscheidenden Einfluß Gefüges feuerfester Steine auf die Wärmeleitfähigkeit zu, muß es auch möglich sein, durch geeignete Mischung und ärmebehandlung die Wärmeleitfähigkeit keramischer und ähn- er Stoffe und ihren Temperaturkoeffizienten stark zu beein- en. Für den Erfolg wird dabei ausschlaggebend sein, inwieweit bei der Herstellung die rein kristallinische Struktur der Bestandteile erhalten bleibt, ob Mischkristalle entstehen oder endlich amorphe Verbindungen. Hier scheint ein noch unbearbeitetes Gebiet für systematische Forschungen und Verbesserungen keramischer Produkte zu liegen.

Es sei schließlich noch erwähnt, daß auch reine Metalle bei Temperaturen unter 0° einen negativen Temperaturkoeffizienten der Wärmeleitfähigkeit haben, wie nichtmetallische Kristalle. Wie sie sich bei höheren Temperaturen verhalten, ist nicht bekannt. Dagegen hat Icole [8]) an Graphit bei Temperaturen bis 550° hohe Werte und starke Zunahme von λ mit der Temperatur (senkrecht zur kristallinischen Achse gemessen) beobachtet. Möglicherweise kann also auch durch Graphitzusatz die Wärmeleitfähigkeit feuerfester Stoffe und ihr Temperaturkoeffizient erhöht werden, wo dies erwünscht ist.

---

umauer in aufgelöster Bauweise aus Eisenbeton.

Anfang Oktober 1922 haben die staatlichen Aufsichtsbehörden die wendung von Eisenbeton für die Talsperre des Kraftwerkes Vöhren- bei Furtwangen im Schwarzwald genehmigt. Wesentlich ist, daß Bauwerk hierbei in Einzelgewölbe aufgelöst ist. Diese Ausfüh- sart, die man bisher nur in Amerika antraf und neuerdings auch alien anwendet [7]), hat man wegen der bedeutenden Ersparnisse gegen- einer vollen Mauer gewählt. Für eine massive Staumauer waren 0 m³ hochwertigen Betons nötig geworden, während die vorgesehene nbetonsperre nur 6500 m³ erforderlich macht. Die Gesamtkosten n sich auf etwa 60 vH derer einer Sperre aus reinem Beton beschränken. Die Ausführung des Baues durch die Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G. ist bereits begonnen worden. Die 25 m hohe Sperre von 20 m nutzbarer Stauhöhe wird aus elf Eisenbetonpfeilern mit zwischen den einzelnen Pfeilern schräg liegenden Gewölbekappen aus Eisenbeton bestehen. Die Pfeiler, die auf Gründungen von 26 m größter Länge ruhen, sind unten 1,2 m, oben 0,8 m dick. Die auf ihnen ruhenden, unter 50° gegen die Wagerechte geneigten Gewölbe haben je 10,8 m Spannweite. Als Höchstbeanspruchungen sind bei der Berechnung dieser Gewölbe 32 kg/cm² Druck und 10 kg/cm² Zug zugelassen worden, so daß selbst unter ungünstigen Verhältnissen Haarrisse im Beton nicht auftreten können. Diese Talsperre in aufgelöster Bauweise wird die erste ihrer Art in Deutschland sein. (Beton u. Eisen 1923 Heft 2) [M 342]

Sd.

1) E. Heyn, O. Bauer u. E. Wetzel, Mitteil. aus d. Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde-West 1914 S. 89.
2) W. van Rinsum, Z. 1918 S. 601 und Forschungsarbeiten a. d. Geb. des Ingenieurwesens Heft 228, 1920. (Die Messungen an Sorte II sind von K. Hencky eführt.)
3) Y. Tadokoro, Science Reports of the Tôhoku Imper. University (1) 10 S. 339 1921.
4) P. Goetens, Bericht über die 34. ord. Hauptversammlung d. Ver. deutsch. Fabriken feuerfester Produkte 1914 S. 92.
5) Dougall, Hodsmann u. Cobb. The Iron and Coal Trades Review 1915 S. 889; s. a. „Stahl u. Eisen" 1916 S. 754. Die Werte von λ habe ich aus den ssenen Werten der „mittleren" Wärmeleitfähigkeit zeichnerisch bestimmt.
6) E. Griffiths, Iron and Coal Trades Review 1916 S. 697; s. auch hl und Eisen" 38 S. 1201 1918.
7) S. Z. 1923 S. 113.
8) M. Icole, Ann. de Chim. et de Phys. (8) 25 S. 137 1912.

Wasserkraftgewinnung aus Flachlandflüssen

Von Regierungs- und Baurat Rudolf Seifert, Berlin.

(Fortsetzung von Seite 52.)

Zahlenbeispiel.

Es ist nun an einem Sonderfall der Versuch gemacht worden, die Verhältnisse der Kraftgewinnung aus Flachlandflüssen weiter zu klären und vor allem festzustellen, ob überhaupt diese Kraftgewinnung unter heutigen Preisverhältnissen wirtschaftlich möglich ist. Einer solchen Kostenberechnung tritt freilich der Umstand höchst störend entgegen, daß die Entwicklung der Baukosten und des Geldmarktes und schließlich auch die Kosten der in Wettbewerb tretenden Kohlenkraft derzeit vollkommen ungewiß sind. Es wurde deshalb der Weg eingeschlagen, daß zunächst die Kosten nach Vorkriegspreisen geschätzt wurden. Das Ergebnis mußte dann vervielfacht werden, und zwar bei den einzelnen Anschlagkosten in verschiedenem Maß, da z. B. Grunderwerb und Maschinenanlagen in sehr verschiedenem Grad von der Preissteigerung betroffen und bei den verschiedenen Anordnungen mit sehr verschiedenen Beträgen in die Anlage- und Jahreskosten einzusetzen sind. Es ist klar, daß man auf diese Weise nur zu einer ziemlich rohen Schätzung der Nachkriegskosten gelangen kann, die zudem bei dem raschen Fluß der Veränderung nur für einen kurzen Zeitraum Geltung hat.

Abb. 2. Spiegelgefälle der Weser von Minden i. W. bis Intschede.

Krafterschließung durch Wehr und langen Seitenkanal.

Die Wahl für das Zahlenbeispiel fiel auf die Weser, und zwar wurde für den Seitenkanal die Strecke km 220 bei Ovenstädt unterhalb Minden bis km 257,5 oberhalb Nienburg herausgegriffen, vergl. den Lageplan Abb. 1. Sie ist der Kraftgewinnung im Seitenkanal so günstig wie wohl kaum eine andere Strecke im norddeutschen Flachland, da zu einem verhältnismäßig kräftigen Flußgefälle, vergl. das Spiegelgefälle Abb. 2, noch eine sehr starke Laufentwicklung hinzukommt, deren viele Schleifen durch einen Seitenkanal beträchtlich abgekürzt werden können. Der Weserlauf ist nämlich 37,5 km, der Seitenkanal nur 24,5 km lang. Da zunächst die Kraftgewinnung allein ohne Verbesserung der Schiffbarkeit oder Landeskultur ins Auge gefaßt werden soll, ist von einer Ausdehnung dieser ganz überschläglichen Untersuchung auf eine längere verkehrsmäßig oder gewässerkundlich zusammengehörige Flußstrecke — hier etwa von Minden bis zur Allermündung oder bis Bremen — abgesehen worden. Demgemäß sind alle nötigen Aufwendungen dem Kraftgewinn zur Last geschrieben. An der Abzweigstelle ist eine Anspannung des *NW* im Sommer um rd. 2,0 m ohne Rückstaudämme möglich, wobei der Spiegel noch 1 m unter Ufergelände liegt. Das Winterstauziel ist 0,5 m höher; die Stauhöhe ist 1,4 m und liegt bei *MW* 0,5 m unter Gelände. Bei *MHW* verschwindet der Stau. Der Seitenkanal, dessen Längsschnitt Abb. 3 zeigt, während die zugehörige Zahlentafel die Wasserstände angibt, erhält zwei Gefällestufen mit Kraftwerk und Schiffahrtschleuse und paßt sich dem Gelände ohne erhebliche Einschnitte und Dämme an. Für die Berechnung der Erdarbeiten ist angenommen, daß der Kanalspiegel der Ausbauwassermenge im Durchschnitt 2,0 m unter Gelände liegt. Das Gefälle der Weser auf der umgangenen

Wasserstände im Seitenkanal (zu Abb. 3)

	Unterwasser ohne Anspannung N.N. + m	Unterwasser ohne Anspannung Druckhöhe m	Unterwasser mit Anspannung N.N. +	Unterwasser mit Anspannung Druckhöhe m	Oberwasser mit Verlusten u. Rückstau m	Unterwasser mit Rückstau m	Oberwasser mit Verlusten ohne Anspannung N.N. + m	Oberwasser mit Verlusten ohne Anspannung Druckhöhe m	Oberwasser mit Verlusten mit Anspannung N.N. + m	Oberwasser mit Verlusten mit Anspannung Druckhöhe m
	Oberwerk						Unterwerk			
HHW	28,88	9,01	30,52	(7,37)	37,89	27,89	27,90	0,01	29,54	(1,65)
MHW	28,88	6,54	30,12	**5,30**	(Winter) 35,42	26,54	27,90	1,36	29,14	**2,60**
AW	28,88	4,75	28,92	**4,71**	(Winter) 33,63	23,22	27,90	4,68	27,94	**4,72**
MW	28,38	5,35	28,88	**4,85**	(Winter) 33,73	23,05	27,40	4,35	27,90	**4,85**
MNW	26,03	7,61	28,21	**5,43**	(Sommer) 33,64	21,85	25,10	3,25	27,28	**5,43**

Abb. 3. Längsschnitt des 24 km langen Seitenkanals der Weser von km 220 bis km 257,5.

Strecke wechselt zwischen 10,31 m bei MNW, 10,15 m bei MW und 9,68 m bei MHW. Das günstigste Kanalgefälle ergaben Proberechnungen zu $\frac{0,57}{10\,000}$ bei einem Kanal mit 1 : 1,5 geböschten Betondeckungen und zu $\frac{0,61}{10\,000}$ bei einem Kanal mit 1 : 3 geböschten Steinschüttungen. Die Abbildungen 4 und 5 stellen die zugehörigen Querschnitte dar.

Unter Berücksichtigung der Verluste am Turbinenrechen, der Absenkung durch Schleusungen u. dgl. sowie unter Annahme von Anspannung der Mittelhaltung zwischen den Kraftwerken bei MNW, MW und MHW, während bei der Ausbauwassermenge AW Beharrungszustand herrscht, verteilt sich das Gesamtgefälle auf die beiden Kraftwerke wie folgt:

Ausgeglichene Druckhöhen der beiden Kraftwerke.

Unterschreitungsdauer (nach dem Pegel Minden)	bei MNW 10 Tage	bei MW 217 Tage	bei AW 240 Tage	bei MHW 364 Tage
Unteres Kraftwerk	5,40 m	4,80 m	4,65 m	2,50 m
Oberes Kraftwerk	5,40 m	4,80 m	4,65 m	5,10 m
zusammen:	10,80 m	9,60 m	9,30 m	7,60 m
Gefällverlust (einschl. der hydrostatisch eingestauten Weserstrecke)	1,49 m 12,1 vH	1,90 m 18,7 vH	—	1,98 m 20,5 vH

Abb. 6. Wasserstands-Dauerlinie für den Pegel Minden, Durchschnitt aus den Jahren 1896 bis 1910.
Höhen 1 cm = 100 m³/s Längen 1 cm = 50 Tage.

Abb. 4 u. 5. Querschnitte des 24 km langen Seitenkanals der Weser; 1 : 1000.

Die Kraftwassermenge ist nach der Abflußmengen-Dauerlinie 1896/1910 bei Minden bemessen, vergl. Abb. 6. Diese stellt den natürlichen Abfluß unter mittleren Verhältnissen dar. Die Wirkung der Edertalsperre ist in der Weise berücksichtigt, daß durch Zuschußwasser nur die geringste Abflußmenge unterhalb Minden auf 60 m³/s aufgehöht wird ($EMKlW$ = erhöhtes Mittel-Kleinwasser genannt); darüber hinausgehende Zuschüsse bleiben außer Betracht. Für das Weserbett auf der umgangenen Strecke, für Bewässerungsanlagen, Schleusungen und sonstige Verluste sind 20 m³/s von der Abflußmenge abgezogen, das übrige bis zur Grenze der Schluckfähigkeit der Turbinen wird verarbeitet. Die Schluckfähigkeit soll bei Überschreitung der Ausbauwassermenge AW mit der Wurzel der Druckhöhe abnehmen. Die Wahl der Ausbauwassermenge hat großen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit, weil davon die Abmessungen des Kanals und des Kraftwerks sowie die Höhe der Leistung abhängen. Nach Vergleichsrechnungen dürfte sie am günstigsten etwa mit der vier Monate verfügbaren Abflußmenge gleichgesetzt werden, das sind 197 — 20 = 177 m³/s, entsprechend der 4½fachen NW-Menge, ein ziemlich hoher Wert. Die Leistungen, vergl. den Leistungsplan Abb. 7, wurden aus Druckhöhe H (in m), Wassermenge Q (in m³/s) und Zeitdauer T (in Tagen)

Zahlentafel 1. Mittlere verarbeitete Wassermenge, mittlere Leistung und Jahresarbeit.

		2 Kraftwerke in 24 km langem Seitenkanal (Beton)			1 Kraftwerk an der Weser ohne Seitenkanal	1 Kraftwerk in 4 km langem Seitenkanal (Erde)
		Oberwerk	Unterwerk	Beide Werke		
Verarbeitete Wassermenge im Mittel	m³	117	119	114	115	130
Ausbauwassermenge	m³	177	177	177	194	210
Unterschreitungsdauer der Ausbauwassermenge	Tage	240	240	240	245	270
Ausbaugröße der Maschinen	kW	6 130	5 490	11 620	3 610	4 880
Leistung im Mittel	kW	3 780	3 160	6 940	2 220	3 100
Leistung bei AW	kW	5 490	max. 5 490	max. 10 980	max. 3 610	max. 4 880
Leistung bei MNW	kW	min. 1 430	min. 1 430	min. 2 860	min. 820	1 780
Leistung bei MHW	kW	max. 6 130	2 170	8 300	1 410	min. 850
Jahresarbeit (8760 stündiger Betrieb)	kWh / Jahr	32 700 000	27 300 000	60 000 000	19 350 000	27 100 000
Ausnutzungsdauer der Maschinen	Stunden / Jahr	5 330	4 980	5 170	5 360	6 050
Verhältnis der größten zur mittleren Leistung		1,62	1,74	1,58	1,62	1,58
Verhältnis der kleinsten zur mittleren Leistung		0,38	0,26	0,41	0,23	0,27
Mittlerer Kraftgewinn aus 1 km Weserstrecke (hydraulische Stauweite = 2 × hydrostatische Stauweite, bei MW gerechnet)	kW / km	—	—	146	92	104
Arbeitsgewinn dgl.	kWh / km	—	—	1 260 000	810 000	900 000

Zahlentafel 3.

I. Anlagekosten und Jahreskosten der Kraftgewinnung.

Anordnung	a) Wehr und langer Seitenkanal in Beton bei 30 m Sohlenbreite mit 2 Kraftwerken			b) Wehr ohne Seitenkanal, 1 Kraftwerk an der Weser			c) Wehr und kurzer Seitenkanal in Erde mit 1 Kraftwerk		
	Anlagekosten in 1000 M	Jahreskosten in 1000 M	Anteil an den Gesamtjahreskosten in vH	Anlagekosten in 1000 M	Jahreskosten in 1000 M	Anteil an den Gesamtjahreskosten in vH	Anlagekosten in 1000 M	Jahreskosten in 1000 M	Anteil an den Gesamtjahreskosten in vH
	I. Vorkriegspreise								
Grunderwerb	5 620	337,2	12,6	500	30,0	4,8	1 360	81,6	9,5
Erd- und Böschungsarbeiten	15 730	904,5	33,9	880	50,6	8,1	2 440	140,3	16,6
Brücken und Durchlässe	2 220	155,4	5,8	70	4,9	0,8	380	26,6	3,1
Wehre	1 000	80,0	3,0	1 380	110,4	17,7	1 380	110,4	13,3
Schleusen	2 500	200,0	7,5	1 300	104,0	16,7	1 300	104,0	12,1
Kraftwerke	4 900	490,0	18,4	2 170	217,0	34,8	2 460	246,0	28,6
Dienstgebäude	580	40,6	1,5	240	16,8	2,7	240	16,8	1,9
Meliorationsanlagen	600	48,0	1,8	100	8,0	1,3	200	16,0	1,8
Insgemein	6 850	411,0	15,5	1 360	81,6	13,1	1 940	116,4	13,1
zusammen:	40 000	2 666,7	100	8 000	623,3	100	11 700	858,1	100
	rund 2 667				624			859	
Ersparnis an Feinausbau und Unterhaltung der Weser	— 945	— 90			—			—	
	39 055	2 577							
Bedienungskosten	—	150	—	—	105	—	—	105	—
	II. Nachkriegspreise								
Grunderwerb	24 480	1 468,8	4,8	2 000	120,0	1,3	5 440	326,4	2,9
Erd- und Böschungsarbeiten	137 840	7 925,8	25,9	7 040	404,8	4,4	29 520	1 122,4	9,8
Brücken und Durchlässe	31 500	2 205,0	7,2	1 050	73,5	0,8	5 050	353,3	3,1
Wehre	15 000	1 200,0	3,6	20 700	1 656,0	18,0	20 700	1 656,0	14,5
Schleusen	37 500	3 000,0	9,8	19 500	1 560,0	17,0	19 500	1 560,0	13,7
Kraftwerke	98 000	9 800,0	32,1	43 400	4 340,0	47,2	49 200	4 920,0	43,2
Dienstgebäude	5 800	406,0	1,4	2 400	168,0	1,8	2 400	168,0	1,5
Meliorationsanlagen	4 800	384,0	1,3	800	64,0	0,7	1 600	128,0	1,1
Insgemein	69 300	4 158,0	13,6	13 600	816,0	8,8	19 400	1 164,0	10,2
zusammen:	424 220	30 547,6	100	110 490	9 202,3	100	142 810	11 398,3	100
	rund 30 550				9 210			11 400	
Ersparnis an Feinausbau und Unterhaltung der Weser	— 3 960	— 720			—			—	
	420 260	29 830							
Bedienungskosten	—	600	—	—	420	—	—	420	—

II. Einheitskosten der Leistung.

Anordnung	2 Kraftwerke in langem Seitenkanal in Beton	1 Kraftwerk an der Weser ohne Seitenkanal	1 Kraftwerk in kurzem Seitenkanal in Erde
	I. Vorkriegspreise		
Jahresarbeit kWh	60 000 000	19 350 000	27 100 000
Einheitskosten aus der Bauanlage ₰/kWh	4,445	3,240	3,170
Einheitskosten der Bedienung ₰/kWh	0,250	0,542	0,388
Betriebstoffe ₰/kWh	0,100	0,100	0,100
zusammen: ₰/kWh	4,795	3,882	3,658
Ersparnis an Feinausbau und Unterhaltung der Weser	— 0,150		
	4,645		
	rd. 4,65	rd. 3,89	rd. 3,66
	II. Nachkriegspreise		
Einheitskosten aus der Bauanlage ₰/kWh	50,92	47,60	42,05
Einheitskosten der Bedienung ₰/kWh	1,00	2,17	1,55
Betriebstoffe ₰/kWh	1,00	1,00	1,00
zusammen: ₰/kWh	52,92	50,77	44,60
Ersparnis an Feinausbau und Unterhaltungskosten der Weser	— 1,20		
	51,72		
	rd. 51,8	rd. 50,8	rd. 44,6

ermittelt, wobei der Wirkungsgrad unveränderlich zu 0,75 angenommen wurde; $1\,\text{mkg} = \frac{1000 \cdot 0{,}75}{75} = 10\,\text{PS} = \frac{10}{1{,}5}$ kW. Daraus ist die mittlere verarbeitete Wassermenge $Q_m = \frac{\Sigma(QT)}{365}$, mittlere Leistung $L_m = \frac{\Sigma(QHT)}{365}$ und die Jahresarbeit $\Sigma(QTH) \cdot 8760$ berechnet. Die Ergebnisse sind in der Zahlentafel 1 zugleich mit denen der anderen Anordnungen der Krafterzeugung zum Vergleich zusammengetragen.

Für die Schiffahrt bietet der Seitenkanal zum mindesten nicht ungünstigere Verhältnisse als die freie Weser auf dieser Strecke nach Erreichung der Ziele des Niedrigwasserausbaues, wie aus Zahlentafel 2 hervorgeht. Welche Größe des Seitenkanals für die Schiffahrt die vorteilhafteste ist, wird später erörtert.

Zahlentafel 2.

	Freie Weser bei EMKlW	Langer Seitenkanal mit Betonböschungen bei MNW	MW	AW	MHW
Abflußmenge . . . . m³/s	60	40	150	177	177
Wassertiefe im Beharrungszustand . m	1,55 bis 1,60	2,15	4,50	5,0	5,00
desgl. bei angespannter Mittelhaltung m	—	4,22	5,0	5,0	6,24
Breite in der Sohle . . . m	30 bis 36	30	30	30	30
desgl. in 1,6 m Wassertiefe . . . . . . m	30 „ 36	31,5	38,7	40,2	40,2
desgl. bei angespannter Mittelhaltung . . . m	—	37,9	40,2	40,2	43,9
Wasserführender Querschnitt . . . . . m²	63 bis 74	70	165,4	187,5	187,5
desgl. bei angespannter Mittelhaltung . . m²	—	153,3	187,5	187,5	245,6
Strömung im Beharrungszustand . m/s	0,8 bis 1,0	0,58	0,91	0,94	0,94
desgl. bei angespannter Mittelhaltung . . m/s	—	0,26	0,80	0,94	0,72

Die Schleusen liegen in zwei Schleusenkanälen von je 2 km Länge, die als strömungsfreie Vorhäfen dienen.

Die **Anlagekosten für Vorkriegsverhältnisse** wurden in Anlehnung an die Ausführungskosten des Dörverder Werkes bemessen; doch wurden Grunderwerb und Erdarbeiten um 40 vH erhöht, weil die Nebenentschädigungen vielleicht größer ausfallen. Die **Jahreskosten** wurden aus den Anlagekosten unter Zugrundelegung einer Verzinsung mit 5 vH und einer Tilgung von 0,5 vH berechnet; hierzu kommt die Unterhaltung mit wechselndem Satz. Im ganzen wurden angesetzt:

Abb. 7. Dauerlinien für Druckhöhen, Wassermengen und Leistungen für zwei Kraftwerke im 24 km langen Seitenkanal der Weser.

Höhen: 1 cm = 1,25 m (Druckhöhen)
1 cm = 2,5 m³/s (Wassermengen)
1 cm = 250 m t/s (Leistungen)
Längen: 1 cm = 50 Tage (Dauer)

Abb. 8. Kraftgewinnungskosten. Jahreskosten im einzelnen und insgesamt in M/Jahr — Jahresleistungen in kWh/Jahr — Einheitskosten in ₰/kWh/Jahr. Q_{max} = 117 m³/s — Betonkanal 1 : 1,5 — Wassertiefe 5,0 m — Kanallänge 24,5 km

für Grunderwerb, Erdarbeiten, Uferdeckung, Insgemein . 6 vH
„ Brücken, Düker, Hochbauten . . . . 7 „
„ Wehr und Schleusen, Meliorationsanlagen . . . . 8 „
„ Kraftwerk . . . . 10 „

Ferner waren die Bedienungskosten beim Achtstunden-Arbeitstag mit 150 000 ℳ und die Betriebsmittelkosten mit 0,1 ₰/kWh hinzuzusetzen.

Dies ergibt zusammen die Jahreskosten und die Einheitskosten für eine verfügbare Kilowattstunde nach Vorkriegspreisen.

Um hieraus die **Nachkriegspreise** zu ermitteln, wurden die einzelnen Posten mit verschieden hohen Teuerungsziffern vervielfältigt, und zwar ist die Preissteigerung für Frühjahr 1921 folgendermaßen angenommen:

für Grunderwerb 4fach
„ Erd- und Böschungsarbeiten . . . . 8 „
„ Ufermauern . . . . 10 „
„ Brücken (Pfeiler und Überbau) . . . . . i. M. 15 „
„ Düker . . . . 12 „
„ Wehr und Schleusen . . . . 15 „
„ Kraftwerk (Turbinenpfeiler und Gebäude 15fach, Maschinen 30fach) . . . . i. M. 20 „
„ Dienstgebäude . . . . 10 „
„ Meliorationsanlagen . . . . 8 „
„ Insgemeinkosten . . . . 10 „
„ Löhne für Bedienung, die bei Achtstunden-Arbeitstag erforderlich ist . . . . 4 „
„ Betriebstoffe für die Wasserkraftanlage . . . . 10 „
„ Ersparnis an Ausbau- und Unterhaltungskosten der Weser . . . . 8 „

Die so erhaltenen Einzelkosten sind in der Zahlentafel 3 zusammengetragen und in Abb. 8 und 9 dargestellt.

Die Einheitskosten der Leistung betragen:

	nach Vorkriegspreisen	nach Nachkriegspreisen
für den Erdkanal	4,96 ₰/kWh	53,0 ₰/kWh
„ „ Betonkanal . . .	4,65 „ „	51,8 „ „

(Schluß folgt.) [1256]

Schlachtschiff, Unterseeboot, Luftfahrzeug.

Von Ober-Marinebaurat W. Laudahn, Berlin.

Aus Brasseys Marine-Jahrbuch 1921/22.

Im Jahre 1921 ist in England eine heftige Pressefehde über die Frage entbrannt, ob es angesichts des jetzigen und des künftig zu erwartenden Standes des Unterseeboot- und des Luftfahrwesens überhaupt noch Zweck hat, Schlachtschiffe zu bauen. Die Gegner des Großkampfschiffes wiesen auf die ungeheuren Kosten hin, die ein modernes Riesenkriegschiff heute verschlingt, das durch einige gut gezielte schwere Luftbomben oder Torpedotreffer vernichtet werden kann. Die englische Admiralität hat amtlich nie den Standpunkt verlassen, daß das Großkampfschiff noch immer das Rückgrat der Flotte und die zuverlässigste Stütze britischer Seeherrschaft sei. Aber sie mußte den Stimmen des gegnerischen Lagers doch insoweit Rechnung tragen, daß sie zur sorgfältigen Nachprüfung und Untersuchung dieser wichtigen Frage einen besonderen Sachverständigenausschuß einsetzte, und konnte den Auftrag auf den Bau neuer Großkampfschiffe, der „Über-Hoods", erst vergeben, nachdem dieser Ausschuß sich ebenfalls zugunsten des Schlachtschiffes ausgesprochen hatte. Seither ist der Meinungsstreit zwar ruhiger geworden, aber erloschen ist er bis heute nicht.

Dieser Tatsache trägt Brasseys Jahrbuch Rechnung, indem es diese Frage von Männern aus den verschiedenen Lagern erörtern läßt unbekümmert um die Widersprüche, die sich daraus notwendigerweise ergeben mußten. Admiral Reginald Bacon zeigt sich als unentwegter Anhänger des Schlachtschiffes, ohne daß allerdings seine Beweisführung immer schlüssig erscheint; er geht in der Kritik der „neuen Waffen", des Unterseeboots und des Flugzeugs soweit, daß er ihnen für Gegenwart und absehbare Zukunft keinerlei entscheidende Bedeutung zugesteht. Kontreadmiral S. S. Hall stellt sich in seinem Aufsatz über „Die Möglichkeiten des Torpedos" auf einen wesentlich andern Standpunkt und vertritt die Ansicht, daß der Torpedo, insbesondere im Zusammenhange mit dem Unterseeboote, „die herrschende Seewaffe der Zukunft sein wird", und Generalmajor W. S. Brancker sieht wieder im Luftfahrzeug dasjenige Kampfmittel, das in künftigen Kriegen für Angriff und Verteidigung von größtem Einfluß sein wird. Übereinstimmend legen allerdings alle drei Aufsätze das Vorhandensein einer Schlachtschiffflotte ihren Überlegungen zugrunde — eine so scharfe Absage an das große Überwasser-Kriegschiff, wie sie z. B. der mit dieser Ansicht durchaus nicht vereinzelt dastehende englische Admiral Percy Scott ausgiebig in der Tagespresse zum Ausdruck gebracht hat, findet sich nirgends. Und vielleicht liegt die Wahrheit, wie so oft, auch hier in der Mitte: Man soll das eine tun und darf das andre nicht lassen!

Nach Admiral Bacon ist das Schicksal des Großkampfschiffes von der einwandfreien Beantwortung zweier Fragen abhängig: 1. Schließt die geographische Lage der jetzt bedeutendsten Seemächte die nutzbringende Verwendung großer Schiffe in der Seekriegführung aus? 2. Haben die neuesten Kriegserfahrungen bewiesen, daß das Großkampfschiff unfähig ist, im Hinblick auf die derzeitige Entwicklung der Minen, der Unterseefahrzeuge und der Luftwaffen die offene See zu halten?

Die erste Frage ist vorwiegend strategischer Natur. Der künftige Kriegschauplatz wird nicht mehr in den engen Gewässern des Ärmelkanals, der Nordsee und des Mittelmeers, er wird vielmehr weit draußen im Atlantischen oder Pazifischen Ozean liegen. Im vergangenen Kriege konnte die Blockade der Mittelmächte aufrecht erhalten werden, ohne daß die englische Flotte die Häfen verließ. Das Vorhandensein dieser überlegenen Schlachtflotte genügte zunächst, um Deutschland zur Unterwerfung unter die Blockadebedingungen zu veranlassen. Dann versuchte es einen Vorstoß, der aber fehlschlug und in dessen Folge die deutsche Flotte erneut in Untätigkeit versank. Wäre aber die englische Flotte nicht vorhanden gewesen, so war selbstverständlich die Blockade unmöglich, und England hätte den Krieg verloren. Wie aber wird sich die Zukunft gestalten? „Sie ist dunkel und jede politische Voraussicht unmöglich". Unmöglich erscheint dem Admiral zwar ein Krieg zwischen England und den Vereinigten Staaten, unwahrscheinlich ein solcher Englands mit Japan. Aber diese Auffassung darf nach seiner Meinung nicht zu einer Vernachlässigung der Schlachtschiffflotte führen, die stark sein und bleiben muß, damit die Stimme Großbritanniens in der Welt gehört und beachtet wird.

Jedenfalls wird ein künftiger Krieg, dessen Schauplatz weit entfernt von den Häfen des Inselreichs liegt, die Durchführung einer Blockade im Sinne der während des letzten Krieges angewandten ebenso ausschließen wie jeden Gedanken an einen Einfall in das feindliche Land. Ein Handelskrieg aber findet dieselben Bedingungen vor wie früher, nur eben den weiteren Entfernungen angepaßt. Um die eigenen Handelswege zu schützen, bedarf man schneller, gut bewaffneter Schiffe. Die Störung des feindlichen Handels verlangt dasselbe, denn die Handelsstörer müssen darauf gefaßt sein, von feindlichen Schiffen angegriffen zu werden; in diesem Falle müssen sie sich entweder durch überlegene Geschwindigkeit dem gegnerischen Angriff entziehen, oder sie müssen durch überlegene Bewaffnung und gegebenenfalls auch Panzerung den Angriff abschlagen können. Man könnte denken, daß die Störung des feindlichen Handels am besten durch große Unterseefahrzeuge mit hoher Seeausdauer zu bewirken sei; aber viel wirksamer als durch sie kann die Aufgabe durch schnelle Kreuzer gelöst werden, die eine weit größere Meeresfläche zu überwachen imstande sind als jene. Der Hauptunterschied in den Bedingungen künftiger Seekriegführung gegenüber denjenigen des vergangenen Weltkriegs liegt darin, daß künftig eine Änderung der Schiffskonstruktion in bezug auf Geschwindigkeit und Aktionsradius notwendig ist, was bei der überdies wünschenswerten Steigerung in Bewaffnung, Panzer- und Unterwasserschutz größere Verdrängungen, also größere Abmessungen bedingt. Alle strategischen Überlegungen aber führen zu dem Schluß, daß noch auf viele Jahre hinaus Großkampfschiffe für die Erhaltung der britischen Seeherrschaft erforderlich sind.

Für die Beantwortung der zweiten Frage, die taktischer Art ist, muß auf die Erfahrungen der Vergangenheit zurückgegriffen werden, wobei freilich zwei erschwerende Umstände zu berücksichtigen sind. Einmal ist es fraglich, ob der Weltkrieg 1914 bis 1918 als kennzeichnend für kommende Kriege angesehen werden darf, ob bejahendenfalls die neueren Waffen in ihm schon genügend Gelegenheit zur Auswirkung gehabt haben und ob sie in ausreichendem Maße herangezogen worden sind; zweitens kann man recht zweifelhaft sein, wie sich die einzelnen, jetzt bekannten Angriff- und Abwehrwaffen künftig entwickeln werden. Die Beantwortung dieser Fragen ist schwierig, aber der Versuch dazu muß wenigstens gemacht werden.

Eine der wichtigsten Lehren des Weltkriegs war die, daß es gelungen ist, durch Gegenmaßnahmen der neuen Waffen Herr zu werden. Man betrachte den Torpedo, der zuerst eine furchtbare Bedrohung des Großkampfschiffes zu sein schien, dessen Wirkung im Kriege aber trotz außerordentlich weitgreifender Verbesserungen in bezug auf Schußweite und Treffsicherheit, soweit die Kriegsmarine in Betracht kommt, erstaunlich gering gewesen ist. Der Gegenstoß eigener Torpedoboote, die Sichtbarkeit der Torpedolaufbahn, die Wachsamkeit an Bord der Schlachtschiffe, bei Nacht die Dunkelheit und die Unsicherheit, ob Feind oder Freund, all dies hat die Schrecken des gegnerischen Zerstörungsangriffes ganz wesentlich eingeschränkt. Diese Erfahrungen lassen den Torpedo und das Torpedoboot als Waffen erscheinen, deren Abwehr zwar entsprechende Maßnahmen bedingt und von gewissem Einfluß auf das taktische Verhalten der Schlachtflotten ist, die aber auf die Unternehmungen dieser Flotten keinen wesentlichen Einfluß ausüben.

Ganz ähnlich verhält es sich mit dem Unterseeboot. Vor dem Kriege wurde prophezeit, daß es die Großkampfschiffe in die Häfen zwingen oder versenken würde. In Wahrheit beschränkte es ihre Aktionsfreiheit zwar etwas, verlor aber seine Schrecken durch Vorsichtsmaßnahmen.

Hinsichtlich der Luftwaffen liegen die Verhältnisse insofern etwas anders, als das Kriegsflugzeug eigentlich erst im Kriege geboren wurde. Immerhin — an der belgischen Küste wurden bis Ende 1917 zahllose Angriffe auf englische Schiffe unternommen und Hunderte von Bomben abgeworfen, aber nur eine traf ein in Fahrt befindliches Schiff. Nicht erfolgreicher war die Unterseemine; nur ein einziges Schlachtschiff der Großen Flotte und ein sehr kleiner Prozentsatz anderer Kriegschiffe, abgesehen von den besonders gefährdeten Minensuchfahrzeugen, fielen ihr zum Opfer.

Haben nun diese Waffen in einem künftigen Kriege mehr Erfolgmöglichkeiten?

Rein strategisch betrachtet, war der letzte Krieg nur ein Echo früherer, hundert Jahre zurückliegender. Die Hauptsache war die Blockade, Begegnungen der feindlichen Flotten waren selten. Der einzige Unterschied: Früher lagen die Blockadeschiffe vor den Häfen des Gegners, jetzt war das infolge der technischen Errungenschaften nicht mehr nötig.

Hat der Feind große Kampfschiffe, muß auch England sie haben. Sonst kann der Feind die Blockade brechen, es sei denn daß Unterwasser- und Luftfahrzeuge dies zu hindern vermögen. Für die Unterseeboote liegt die Schwierigkeit dieser Aufgabe zunächst einmal darin, überhaupt in Fühlung mit der gegnerischen Flotte zu kommen, dann, eine Angriffstellung zu gewinnen. Die Deutschen waren gewiß im Unterseebootkriege erfahren; aber diese Aufgabe haben auch sie nicht lösen können. Mit dem Flugzeug ist es nicht anders. Bombenwurfversuche im Frieden lassen die im Kriege vorhandene Abwehr des Zieles unberücksichtigt; diese Abwehrmaßnahmen aber ändern das Bild gänzlich. Dazu kommt, daß die Flugzeugbombe außerordentlich viel weniger wirksam ist als das Artilleriegeschoß; sie hat keine Anfangsgeschwindigkeit und ist viel weniger treffsicher. So lange man nicht ohne Gefährdung des Flugzeuges von ihm aus schwere Geschosse oder Bomben mit beträchtlicher Mündungsgeschwindig-

abschießen kann, so lange wird ein Luftangriff ohne schwergende Folgen für so kleine Ziele, wie sie Schiffe sind, bleiben. h weniger gefährlich sind Torpedoflugzeuge, die nicht nur Nachteile der Bombenflugzeuge haben, sondern auch zum vurf ihrer Waffe sehr tief herabgehen müssen und damit ihren utz gegen die Artilleriewaffe, die große Flughöhe, einbüßen. nit wird das Torpedoflugzeug zu einem unvollkommenen sserfahrzeug, und das angegriffene Schiff kann selbst den klich abgeworfenen Torpedo durch geschickte Manöver unadlich machen, wenn der Abwurf nicht in geringer Entfernung Ziel erfolgt.

Die neuen Waffen finden also in Angriff wie Verteidigung n Widerpart im gewöhnlichen Kriegschiffe. Es bleibt nur n die Frage: Können diese Waffen so verbessert werden, daß tatsächlich vernichtend wirken?

Die Eigenschaften, die das Unterseeboot dem Zerstörer untern machen, sind seine geringe Angriffgeschwindigkeit und Schwierigkeit, mit andern gleichartigen Fahrzeugen zumen zu operieren. Zur wesentlichen Steigerung der Untersergeschwindigkeit wäre eine neuartige, bis jetzt noch nicht ndene Antriebart der Propeller nötig; ähnlich liegen die ge für die Einsetzung der Boote in Verbänden. Nichts kann gens für ein schnelles Fahrzeug die Wichtigkeit guter Sicht tzen; kein Gerät, sei es noch so geistvoll erdacht, gleicht weise Blindheit aus. Diese Mängel lassen sich vermutlich Jahrzehnte hinaus nicht beheben. Der Vorteil, die Unsichtkeit bei der Annäherung aber, ist nicht mehr verbesserungsg; das Unterseeboot kann nicht unsichtbarer gemacht werden es heute schon ist (wobei sich freilich dem Leser die Bekung aufdrängt: aber weniger hörbar kann es gemacht den, und das bedeutet viel). Deshalb ist nicht zu erwarten, das Großkampfschiff durch Unterseeboote in einem künfn Kriege mehr gefährdet sein wird als bisher.

Ähnliches gilt für das Flugzeug. Abwehrmaßnahmen mit utzgeschwadern von Kampfflugzeugen werden gleichen Schritt der Verbesserung der Angriffeigenschaften halten. Das nbenflugzeug ist notwendigerweise schwerfälliger als das npfflugzeug und muß daher beim Angriff von diesem betet sein. Man denke sich, schwere, langsame Torpedofahrge müßten im Seekriege durch leichte Kampfboote beschützt den; das m u ß doch jedem Torpedobootangriff hindersein.

Demgegenüber kann man nun ein Großkampfschiff noch ser schützen, als es bisher der Fall war. Eine Verstärkung Explosivwirkung des Torpedos würde ein beträchtlich größeres vicht und größere Abmessungen dieser Waffe, damit aber h des Torpedofahrzeugs bedingen, und im übrigen wäre man bei dem alten Kampfe zwischen Geschoß und Panzer angelangt, bei jede Verbesserung des einen die entsprechende Verbesseg des andern Teils zur Folge hat. Ein wirksamer Zuwachs den Torpedoabmessungen ist zweifellos schwieriger auszuren als ein solcher in den Schutzmaßnahmen des Großkampfffes. Nichts spricht also gegen die Notwendigkeit, daß Engl zur Verteidigung seiner Weltmacht auch weiterhin große egsschiffe baut.

Wie schon früher bemerkt wurde, ändert sich das Bild recht eblich, wenn man den Ausführungen des Konteradmirals Hall t. Nach einigen Ausfällen gegen den deutschen „Luxus"-eralstab, dem er offenbar die Schuld daran beimißt, daß der sche Unterseebootkrieg nicht zu einem vollen Erfolge führte, ndet er seine Gedankengänge darauf, daß es ein großer Fehler e, wenn man die Sachlage nur nach den Erfahrungen des ltkrieges beurteilen wollte.

Der Torpedo wurde zum ersten Mal im russisch-japanischen ege benutzt; nur 2 vH der auf fahrende Schiffe abgeschossenen pedos trafen ihr Ziel, so daß man der Waffe trotz der früher egten großen Erwartungen keine besondere Bedeutung mehr naß. Wie früher, fielen die Entscheidungen im Seekriege durch Artilleriewirkung. Aber diese „Kriegserfahrung" trug Schuld daran, daß später Tausende von Menschenleben vern gingen und der Ruf der englischen Kriegsmarine schweren aden litt. Sie trug die Schuld, daß britische Kriegschiffe ungenügendem Unterwasserschutz in den Weltkrieg einen. Die Mißerfolge der Torpedowaffe im russisch-japanischen ege waren durch besondere Umstände verursacht, von denen sich schon damals sagen mußte, daß sie nicht wiederkehren rden.

Nun wird zwar der Torpedo niemals eine besonders treffere Waffe werden; das liegt in der Natur der Sache, in der hältnismäßig kleinen Geschwindigkeit und in der Sichtbarkeit der n. Hohe Geschwindigkeit des Ziels, Zickzackkurs verringern Treffwahrscheinlichkeit noch weiter. Aber der Einfluß der pedowaffe wirkt mittelbar, nämlich auf die Kampfstimmung Mannschaft. Auch ein schweres Geschütz hat diese Wirg, jedoch nur so lange, wie das Geschütz in Sicht ist, und sie nicht vorhanden für alle Schiffe, die schneller laufen als das wer bestückte. Unterseeboote brauchen bei einem Kriegrenden selbst nur in beschränkter Zahl vorhanden zu sein, die gegnerische Flotte schon dadurch zu Zickzackkursen und stark herabgesetzter Seeausdauer zu veranlassen. Die Seegkeit dieser Flotte sinkt hierdurch vielfach um mehr als die fte. Schlachtschiffe und wertvolle Handelsschiffe müssen ständig durch zahlreiche Zerstörer geschützt werden, alle Seeoperationen werden ernstlich gefährdet. Weder der japanische Angriff auf Port Arthur noch der Angriff der Alliierten auf die Dardanellen wäre angesichts vorhandener Unterseeboote unternommen worden.

Im Weltkriege konnte diese Sachlage zwar die Durchführung der Blockade gegen die Mittelmächte nicht hindern; aber in einem künftigen Krieg, in dem die geographische Lage des Gegners weniger ungünstig sein dürfte, wird die Wirkung des Unterseeboots im Verein mit Minenoperationen und Flugzeugschiffen so groß sein, daß sie das gegenwärtige Schlachtschiff nutzlos macht.

Im Gegensatze zu Admiral Bacon vertritt Konteradmiral Hall die Ansicht, daß der nächste Krieg ganz von der Unterwasserwaffe beherrscht sein wird, und er gründet diese Ansicht auf dieselben Erfahrungen des Weltkrieges, die Bacon zu einer so völlig anderen Schlußfolgerung geführt haben. Die britische Marine verlor im Weltkriege durch Torpedos und Minen 131 Schiffe, durch Geschützfeuer nur 29, was nur wenig mehr als die Hälfte des Verlustes ist, der während der vier Kriegsjahre durch Zusammenstoß und Strandung entstanden ist. Die englischen Verluste an Hilfsschiffen, Charterschiffen, Munitions- und Minenschiffen, Depeschenfahrzeugen, Ölschiffen usw. beliefen sich auf über 500 und sind hauptsächlich durch Unterseeboote und Minen hervorgerufen. Unterseeboote versenkten allein über 130 Flottentender. Die Handelsschiffverluste waren geradezu furchtbar; durch Unterseeboote wurden 2100, durch Minen 250 versenkt. Dazu kommen die Verluste der Neutralen, nämlich durch Unterseeboote 3050, durch Minen 320 Schiffe. Die Gesamtverluste durch Unterseeboote und Minen betrugen in den vier Kriegsjahren 6350 Fahrzeuge, im Monatsdurchschnitt also 130, der auf 180 steigt, wenn man berücksichtigt, daß der Unterseeboot-Handelskrieg erst im zweiten Kriegsjahre einsetzte. Diese Aufzählung sagt angesichts der oft gehörten Behauptung, im Weltkriege sei kein einziges modernes Schlachtschiff durch ein Unterseeboot versenkt worden, gerade genug. Die Deutschen richteten eben alle ihre Anstrengungen auf die Vernichtung von Handelsschiffen.

Ferner ist zu beachten, daß die Verluste ganz unabhängig waren von den Abmessungen, der Geschwindigkeit oder ähnlichen Eigenschaften. Schiffe, die mit guter Geschwindigkeit geradewegs von einem Hafen zum andern fuhren, waren verhältnismäßig wenig gefährdet, wesentlich mehr dagegen solche, die sich auf See aufhielten, vielleicht gar dieselbe Strecke mehrfach durchfuhren, kurz, den Unterseebooten die Möglichkeit gaben, in gute Torpedoschußweite zu ihnen zu kommen.

Von größtem Wert im Weltkriege waren die überaus günstige geographische Lage und der glänzende Nachrichtendienst Englands. Wird England in einem künftigen Kriege gleich günstige Vorbedingungen antreffen?

Die einzige Möglichkeit für Deutschland, den Krieg zu gewinnen, lag darin, die englischen Seeverbindungen abzuschneiden. Genau dasselbe wird für einen künftigen Gegner zutreffen, und die Mittel werden dieselben sein, wenn auch wohl nicht ihre Anwendung. Der Schutz des englischen Überseehandels wird deshalb auch künftig die wichtigste Aufgabe der Seestreitkräfte sein, und das gegnerische Unterseeboot wird wie im Weltkriege die größte Sorgenquelle bilden.

Die Deutschen verwendeten Unterseeboote mit sehr schwacher Geschützbestückung, so daß ihre Bekämpfung mit allen möglichen Fahrzeugen geringen Tiefganges und guter Geschwindigkeit erfolgen konnte: Yachten, Fischerfahrzeuge, Schlepper, ja selbst Segelboote ließen sich verwenden, um die Unterseeboote mit Wasserbomben anzugreifen oder in Minenfelder hineinzutreiben. Das konnte geschehen, weil diese Fahrzeuge nicht weit von ihren Stützpunkten tätig waren und keine Angriffe durch deutsche Überwasserschiffe zu fürchten hatten. Die geographische Lage machte ferner das Begleitzugsystem möglich, das sich als sehr wirksam erwies.

Dabei ist nun aber eines zu beachten. Die Durchführung des Unterseehandelskrieges durch die Deutschen war nach Ansicht von Hall ungesetzlich; sie bestand aber nach seiner Meinung sofort zu Recht, sobald man die Handelschiffe zu sogenannten Geleit- oder Begleitzügen zusammenfaßte und durch Kriegsfahrzeuge schützen ließ. Hinzu kommt für einen künftigen Krieg, daß ein solcher Geleitzug zwar gegen Unterseebootangriffe einen gewissen Schutz gewährt, aber sehr ungünstig ist, sobald mit Angriffen durch Überwasserkriegschiffe gerechnet werden muß (was übrigens England zu seinem Kummer auch schon im Weltkrieg erfahren mußte). Es ist daher sehr zweifelhaft, ob künftig Geleitzüge anwendbar und zweckmäßig sind.

Zu beachten ist also: 1. sobald Unterseeboote mit etwa 15-cm-Geschützen bewaffnet sein werden, ist ihre Bekämpfung durch gewöhnliche Hilfsfahrzeuge, die im Weltkrieg in großer Zahl zur Verfügung standen, nicht mehr möglich; 2. das Geleitzugverfahren wird vermutlich entfallen. Dazu kommt nun, daß Unterseeboote mit Vorrichtungen zur Luftkühlung und -trocknung auch in den Tropen benutzbar sind, und daß größere Unterseeboote 20 000 engl. Meilen von ihrem Stützpunkt entfernt 6 Monate lang tätig sein können.

Die zu erwartenden Verbesserungen des Torpedos werden sich kaum in der Richtung höherer Geschwindigkeit oder größeren

Sprenggewichtes bewegen, wohl aber sind größere Treffsicherheit und bessere Tiefeneinstellung zu erwarten. Ferner wird man sicherlich die „Blasenbahn" zu beseitigen suchen, was einmal dem beschossenen Schiff die Möglichkeit des Ausweichens verringert und zweitens die Bekämpfung des Unterseeboots durch Wasserbomben sehr erschwert. Dieser Vorteil wäre so groß, daß man dafür selbst eine beträchtliche Verkleinerung der Torpedogeschwindigkeit in Kauf nehmen könnte. Weiterhin muß mit einer Verbesserung der sogenannten Pistole und damit einer sichereren Entzündung der Sprengladung beim Auftreffen auf das Ziel gerechnet werden. Da in neueren Booten schon bis sechs Torpedorohre eingebaut sind, so können Salven von 4 Torpedos ohne Schwierigkeit abgeschossen werden; durch Zusammenwirken mehrerer Boote, die sich durch Unterwassersignale unschwer verständigen können, sind aber auch beträchtlich stärkere Salven möglich. Das bedeutet eine ernste Bedrohung, besonders, wenn die „Blasenbahn" nicht mehr sichtbar ist.

Ein Nebenbuhler des Unterseeboots ist neuerdings in dem Torpedoflugzeug entstanden. Dieses erfordert sehr schnell laufende Torpedos, für die aber Unsichtbarkeit der Laufbahn von geringerer Bedeutung ist. Torpedoflugzeuge, begleitet von einer Anzahl schneller und beweglicher Kampfflugzeuge und unterstützt durch Nebelapparate, werden zweifellos eine furchtbare Waffe werden, deren hartnäckig wiederholten Angriffen kein Schiffsgeschwader auf die Dauer standhalten kann, weil die Oberdecks bald zersplittert sein werden; in der entstandenen Verwirrung können dann Unterseeboote leichte Beute finden, was kein Zerstörerschutz verhindern wird. Der künftige Einfluß der Torpedoflugzeuge wird also dahin gehen, die Verwendungsmöglichkeit der Geschütze einzuschränken und die des Torpedos zu steigern.

Die größeren Entfernungen, die in künftigen Seekriegen zu überwinden sein werden, werden die Hauptaufgabe der Kriegsmarine auf Angriff und Verteidigung der Überseeverbindungen lenken, und da hierfür Unterseeboote und Luftfahrzeuge am wirksamsten sind, so wird der Torpedo in erster Linie die Zukunftwaffe sein.

Generalmajor Brancker schildert in seinem Aufsatze „Luftmacht und Seemacht" die Aufgaben der Luftwaffe im Rahmen der Seekriegführung folgendermaßen: Einmal haben die Luftstreitkräfte in enger Fühlung mit der Flotte unter dem Kommando des Flottenchefs zu wirken, zweitens unabhängig davon besondere Aufträge zur Zerstörung feindlichen Eigentums auszuführen, wobei sie besser der Leitung des Luftministeriums unterstehen werden.

Bei der Flotte fallen ihnen als Aufgaben zu: a) Aufklärung, b) Artilleriebeobachtung, c) Verteidigung gegen Luftangriffe, d) Unterseebootabwehr, e) Luftangriffe.

a) Aufklärung. Man hat Fern- oder strategische und Nah- oder taktische Aufklärung zu unterscheiden. Jene wird gewöhnlich von der Küste aus zu erfolgen haben, da sie beträchtliche Brennstoffvorräte und daher große Flugzeugabmessungen verlangt. Ein Flugzeug wird bei mäßig unsichtigem Wetter dasselbe leisten wie sieben, bei klarer Luft dasselbe zwanzig Oberflächenschiffe (Kreuzer). Am besten geeignet diese Zwecke ist aber das Luftschiff, dessen Weiterverfolg sich empfiehlt, jedoch mit größerer Leistung und nichtexplosi Gasfüllung.

Für die Nahaufklärung werden kleinere, schnelle, aber na lich wie jene mit drahtloser Telegraphie ausgerüstete Flugze zu verwenden sein, die entweder auf besonders gebauten Mut schiffen oder an Bord größerer Kriegschiffe mitgeführt werd

Das Versagen der Luftaufklärung durch Witterungseinflü wird infolge ständig angebrachter Verbesserungen immer selte werden; die Unverletzbarkeit durch Unterseeboote oder Mi ist ein großer Vorzug vor den Oberflächenschiffen. Durch V wendung von Luftfahrzeugen lassen sich zahlreiche Kreuz Zerstörer usw. sparen, und die einlaufenden Nachrichten wer genauer, zuverlässiger und eingehender sein als bisher.

b) Artilleriebeobachtung. Wenn man bedenkt, im Seegefecht künstlicher Nebel, Explosionen, brennende Sch sehr bald die Sicht stark einschränken, erkennt man den W des Flugzeuges, das sich dicht oberhalb des Zieles aufhalten ka für die Beobachtung der Geschoßaufschläge. Diese Flugze werden am besten von den Kriegschiffen selbst mitgefü steigen von diesen auf und landen entweder auf Flugzeugmutt schiffen oder im Wasser, um von da mittels Kranes wieder Bord genommen zu werden, wenn das im Gefecht überha möglich ist. Auch mitgeführte Fesselballons können für d hier besprochenen Zweck nützlich sein.

c) Verteidigung gegen Luftangriffe. Kr zende oder vor Anker liegende Geschwader müssen sich v überraschenden Angriffen aus der Luft durch Kampfflugzeu schützen. Wenn diese bei gemeldetem Angriff erst aufsteig sollen, wird es vielfach zu spät sein; solche Schutz-Flugze geschwader sind daher am besten ständig in der Luft auf Wac Kreuzende Geschwader müssen die hierfür nötigen Flugzeu und ihre Ablösungen in Mutterschiffen mit sich zu führen stande sein. Die Flugzeuge brauchen nur kleine Abmessung zu haben; sie sollten aber Schnellfeuerkanonen von 2,5 bis 5 Kaliber an Bord nehmen, um wirksamer schießen zu könn als dies mit den bisher verwendeten Maschinengewehren m lich war. Die Schiffe selbst sind mit Flugzeugabwehrkanon auszurüsten, wenn diese die hochfliegenden Angreifer auch ka nennenswert zu beschießen vermögen.

d) Unterseebootabwehr. Nach zwei Richtungen h können Flugzeuge in der Unterseebootabwehr verwendet werde einmal so, daß sie selbst nur auskundschaften und der Angr dann durch herbeigerufene Oberflächenschiffe erfolgt, zweite derart, daß die Flugzeuge die aufgefundenen Unterseeboote sell angreifen. Im Weltkriege wandte man meist das erste Verfahr an; in dem Maße jedoch, wie die Bewaffnung der Flugzeu verstärkt wird, dürfte der Angriff mehr und mehr durch die selbst erfolgen. Wasserbomben können vom Flugzeug ohne schon jetzt leichter und treffsicherer als von Zerstörern a geworfen werden. [1118] (Schluß folgt.)

Liegender kompressorloser Dieselmotor.

Prof. Langer an der Technischen Hochschule Aachen hat kürzlich Versuche an einer Deutzer liegenden kompressorlosen Dieselmaschine von 60 PSe durchgeführt, deren Ergebnisse hier als Ergänzung zum Aufsatz über diese Maschine[1]) im Auszug mitgeteilt seien.

Die Maschine war mittels Riemens mit einer Gleichstromdynamo gekuppelt und wurde mit Gasöl von 10 095 kcal/kg unterem Heizwert gespeist.

Belastung	Drehzahl Uml./min	Maschinen-Nutzleistung PS_e	Verbrauch an Gasöl $g/PS_e h$	Mittlerer ind. Kolbendruck at	Luft-Überschußzahl λ	Höchstdruck im Brennraum at
5/4	209	75	202	6,5	1,84[2])	44
4/4	214	60	187	5,5	2,36	44
3/4	214	45	192	4,1	3,13	—
2/4	217	32	208	3,2	3,96	41
1/4	218	21	252	2,5	4,57	—
4/4	213	61	209	5,2	—	34

In der Zahlentafel ist die Luftüberschußzahl

$$\lambda = \frac{\text{verbrauchte Luftmenge}}{\text{chemisch erforderliche Luftmenge}}.$$

Die Maschine war mit selbststeuernder Nadeldüse ausgerüstet. Ein besonderer Versuch zeigte, daß der Druck in der Brennstoffleitung nur verschwindenden Einfluß auf den Brennstoffverbrauch hat. Weite Versuche mit Steinkohlenteeröl lieferten Brenndrücke bis zu 46 a

In der Zahlentafel entspricht der letzte Versuch mit 34 at Höchs druck im Brennraum der Verlegung der Einspritzung um ⅛ des Vo einspritzwinkels nach dem Totpunkt zu. Der Lauf der Maschine b Gasöl- und Teerölbetrieb war stets stoßfrei auch bei plötzlicher B lastung oder Entlastung.

Die Versuche zeigen: Die mittleren Drücke weichen von den ortfester Maschinen mit Preßlufteinspritzung kaum ab. Die Höchst drücke sind, zumal da sie nur im Brennraum auftreten, konstrukti leicht zu beherrschen und können gegebenenfalls durch Verlegen d Zündzeitpunktes bei geringem Mehrverbrauch an Brennstoff herabgese werden. Die Maschine verlangt nicht die hohen Pumpendrücke, di sonst bei selbststeuernden Düsen üblich sind. [M 337]

[1]) Z. 1922 S. 1125.

[2]) extrapoliert aus den übrigen Werten.

Die größten bisher bestellten Dieselmotoren.

Die Union Steamship Co. of New Zealand hat der Fairfiel Shipbuilding Co. in Glasgow ein Zweischrauben-Dieselmotor-Passagie schiff von rd. 22 000 t Verdrängung in Auftrag gegeben, da mit Sulzer-Zweitaktmotoren von 12 000 bis 13 000 PS_e ausgerüst werden soll. Außer den Hauptmaschinen sind noch Hilfsdieselmotore von rund 1500 PS_e Gesamtleistung bestellt, so daß die Maschinenanlag insgesamt rd. 14 000 PS_e leisten wird. Bisher war die größte Leistun bei Dieselschiffen 5000 PS_e an der Welle und wurde ebenfalls dur Sulzer-Zweitaktmotoren erzeugt. Diese beiden Motoren von je 2500 PS bei 85 Uml./min befinden sich zurzeit auf dem Prüfstand der Gebrüde Sulzer A.-G., Ludwigshafen, und sind für das erste deutsche Motor passagierschiff des Norddeutschen Lloyds bestimmt. Die Maschinen leistung von Zweischrauben-Motorschiffen ist bisher nur selten übe 3000 PS_e hinausgegangen, so daß die jetzt in Auftrag gegebene Mo torenanlage die bisherigen Leistungen um ein Vielfaches übersteigt. [M 337]

RUNDSCHAU.

Verkehrswesen.

usammenarbeiten von Eisenbahn und Kraftwagen[1]).

Die ungeheure Steigerung des Kraftwagenverkehrs, insbesondere auch s Lastkraftwagen- und Motoromnibus-Verkehrs, in den Vereinigten aaten ist nicht zuletzt dadurch herbeigeführt worden, daß dort in den zten Jahren der Ausbau des Landstraßennetzes in großzügiger Weise d in umfangreichem Maß in die Wege geleitet wurde. War auch sprünglich in Aussicht genommen, hierfür nur die Erträge der übrins gar nicht so niedrigen Automobilsteuer zu verwenden, so hat doch r Staat im Interesse des Postverkehrs wohl auch manches selbst für n Ausbau der Straßen getan. Es ist dabei selbstverständlich, daß i Wahl der Bauart und Abmessungen der Straßen auf die Bedürfse des Automobils besondere Rücksicht genommen wurde, die sich mentlich in der großen Zahl von Straßen mit glatter Betondecke nnzeichnet.

Daß unter diesen Umständen der Motoromnibus und der Lastaftwagen namentlich auf den kürzeren Linien in der Nähe großer ädte als die bequemeren und in den Zeiten der Kriegsschwierigkeiten gar zuverlässigeren Beförderungsmittel vom Publikum und von der dustrie der Eisenbahn vorgezogen wurden, haben daher die Bahnverltungen sehr bald fühlen müssen. Sie haben anfangs zwar versucht, erseits selbst auf diese Art von Verkehr Hand zu legen und anders auf dem Wege der staatlichen Vorschriften über die Zulassung n solchen Verkehrsunternehmungen zum öffentlichen Verkehr die melle Vermehrung der Automobillinien aufzuhalten, allein mit der it scheinen die Eisenbahnen doch insbesondere unter dem Druck er eigenen wirtschaftlichen Nöte die Aussichtslosigkeit ihres Kampfes gen dieses neuzeitliche Verkehrsmittel eingesehen zu haben. Seitm hat sich ihre Stellungnahme grundsätzlich geändert, und immer hlreicher werden die Äußerungen maßgebender Stellen, daß die kunft des Güterverkehrs nicht in der Unterdrückung des Wettberbes der Kraftwagen, sondern in verständnisvollem Zusammenwirken t diesem zu suchen sei. Nachdem vor kurzer Zeit sogar Präsident rding in einer ausführlichen Botschaft an den Kongreß dieser Anhauung Worte verliehen hat, darf man annehmen, daß dieser Grundz durchgedrungen ist und in der weiteren Entwicklung der Kraftgen-Verkehrsunternehmungen zur Geltung kommen wird.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Voraussetzungen für s Zusammenarbeiten von Eisenbahn und Kraftwagen in absehbarer it auch bei uns vorliegen werden, wenngleich davon heute angesichts s verhältnismäßig geringen Kraftwagenverkehrs und der sonstigen rtschaftlichen Schwierigkeiten noch wenig die Rede sein dürfte. hon um die Entwicklung dieses Gedankens rechtzeitig vorzubereiten, heint es daher lohnend, zu untersuchen, in welcher Weise dieses sammenarbeiten möglich ist und Aussicht bietet, wirtschaftliche Vorle für beide Arten von Verkehrsmitteln zu bringen[2]).

Am zweckmäßigsten geht man bei dieser Untersuchung von den rschiedenen Arten von Sendungen aus, welche die Eisenbahn zu beördern hat. Man hat hier zu unterscheiden: Postsendungen, nämlich genannte Fahr- oder Paketpost und Briefpost, ferner Eilgüter, darunter mmelsendungen von Paketen und einzelne Stückgüter, ferner geöhnliche Frachtsendungen, unterschieden in Stückgüter und ganze agenladungen. Bei allen diesen Sendungen hat die Beförderung des ites vom Absender zur Bahn und von der Bahn zum Empfänger aushließlich durch den Verfrachter zu erfolgen, während die Eisenbahn die iter ein- und ausladen und von Ort zu Ort schaffen muß. Eine Aushme bilden nur ganze Wagenladungen, soweit sie über Anschlußgleise s Absenders und des Empfängers von der Absende- bis zur Empfangselle laufen. Hier braucht die Eisenbahn auch die Kosten des Belens und Entladens nicht zu tragen, so daß sie die Tarife für solche ndungen wesentlich niedriger bemessen kann.

Auf dem Gebiet des Postverkehrs ist das Zusammenwirken zwischen m Eisenbahntransport und der Zu- und Abfuhr der Güter infolge der ganisation des Postfuhrbetriebes schon lange durchgeführt, da sich Lagerung der Sendungen auf den Bahnhöfen wegen der damit verndenen Verzögerungen von selbst verbietet. Die Postverwaltungen d auch aus diesem Grund in der Anwendung von leistungsfähigen raftwagen stets vorbildlich gewesen, wenigstens was den Dienst in ößeren Städten anbelangt. Aber auch auf Überlandstrecken, die im schluß an Eisenbahnen Post erhalten, gewinnt die Verwendung von raftwagen für die Postbeförderung durch das Zusammengehen der stbehörden mit den Kraftverkehrslinien allmählich weitere Vereitung.

Viel wichtiger und aussichtsreicher sind aber die Möglichkeiten, dem Zusammenarbeiten von Eisenbahn und Kraftwagen auf dem biet des Frachtverkehrs offen sind.

Eine unmittelbare Folge des Umstandes, daß die Eisenbahn vorgend nur die bei ihr angelieferten Güter befördert und daher außerm die Kosten der Zu- und Abfuhr entstehen, ist nämlich, daß sich die Unternehmer so nahe wie möglich an der Eisenbahn ansiedeln, und mit der Zeit wird daher das Gebiet des Bahnhofes so dicht bebaut, daß sich die Frachtkosten infolge der aufzubringenden Grundwertverzinsung nicht unwesentlich erhöhen. Beispielsweise erfordert die Verzinsung des Geländes für den Güterbahnhof in Chicago über 2,50 Dollar für jede im Bahnhof verladene Tonne, sie würde aber nur etwa 0,80 Dollar erfordern, wenn sich der Bahnhof weiter draußen befände, und die so ersparten Aufwendungen würden ausreichen, um einen gut organisierten Zu- und Abfuhrbetrieb mit Kraftwagen zu erhalten, der die Güter bis an die Empfangstelle bringen und von dem Absender einholen könnte.

Ein weiterer Mangel des heutigen Verfahrens ist, daß der Verfrachter das Gut zur Bahn bringt und von ihr abfährt, wann und wie es ihm paßt; denn auf diese Weise braucht die Bahn Speicherräume, die, wie man feststellen kann, zumeist so überfüllt sind, daß sie den Güterverkehr behindern und zeitweilige Annahmesperre für neue Güter notwendig machen. Diese Schwierigkeit ließe sich aber vermeiden, wenn die Bahn die An- und Abfuhr der Güter selbst übernähme oder mit einer Rollfuhrgesellschaft nach bestimmten Plänen zusammenarbeiten würde, wie dies schon in England geschieht. Eine schmale Ladeplattform mit einem Gleis auf der einen und einer Straße auf der andern Seite wäre dann in Verbindung mit einer richtigen Zeiteinteilung alles, was man zur An- und Abfuhr der Güter brauchte. Man könnte dabei die Ausnutzung der Anlage soweit treiben, daß ihr Betrieb die ganzen 24 Stunden eines Tages durchgeht.

Der Betrieb wickelt sich dann — dieses Beispiel entspricht Tatsachen — folgendermaßen ab: Wenn die Belegschaft morgens um 8 Uhr den Dienst antritt, stehen die Eisenbahnwagen mit den eingetroffenen Gütern bereits auf der einen und die zur Abfuhr dieser Güter bestimmten Fuhrwerke auf der andern Seite der Ladeplattform in einer Reihe hintereinander, so daß die Sendungen unmittelbar auf die nach bestimmten Stadtbezirken fahrenden Wagen umgeladen werden können. Sobald ein Fuhrwerk voll ist, fährt es ab, nachdem man den Führer telephonisch herbeigerufen hat, und ein andrer Wagen nimmt sofort seine Stelle ein. Auf diese Weise sind im Laufe eines Vormittags alle Eisenbahnwagen entleert und die Sendungen zu ihren Empfängern auf den Weg gebracht. Von Mittag an ist daher die Plattform wieder für die Aufnahme der abgehenden Sendungen frei, die mit den von ihrer Bestellfahrt zurückkehrenden Fuhrwerken eintreffen, so daß bis 5 Uhr nachmittags alle abgehenden Sendungen angeliefert und in die Eisenbahnwagen eingeladen sind, die bis Mitternacht von der Plattform abgezogen und abgefertigt werden. Um 1 Uhr nachts beginnen dann die Eisenbahnwagen mit Fischen und Nahrungsmitteln einzutreffen, die bis 6 Uhr früh auf dem Markt sein müssen. Dieser Dienst wickelt sich so zeitig ab, daß vor 8 Uhr wieder neue Eisenbahnwagen mit angekommenen Waren an die Plattform herangeschoben und wie am Vortage von Beginn des Dienstes an entladen werden können.

Das angeführte Beispiel zeigt schon, daß sich die Leistungsfähigkeit einer vorhandenen Bahnhofanlage bei derart durchgeführtem Betrieb durch den Übergang vom Pferdefuhrwerk auf Lastkraftwagen ohne Ausbau der Gleise noch erheblich steigern lassen würde. Weitere Verbesserungen wären aber auch noch möglich, wenn man durch Verwendung leicht abnehmbarer Güterkasten die Wartezeiten der Kraftwagen an den Belade- und Entladestellen abkürzen und so die nutzbare tägliche Laufzeit der Kraftwagen erhöhen würde, wie man dies versuchsweise auch schon getan hat.

Wie bei Stückgutsendungen darf man auch bei ganzen Wagenladungen, die ohnedies nur in Ausnahmefällen über Privatanschlußgleise bis zum Empfänger geleitet werden können, von dem Zusammenwirken der Eisenbahn mit einer leistungsfähigen Kraftwagenunternehmung manchen betrieblichen Vorteil erwarten. Auf den Güterbahnhöfen größerer Städte müssen heute infolge Überlastung der Entladerampen die Fuhrwerke der Verfrachter oft stundenlang warten, bevor sie zum Entladen an die Reihe kommen, und ebenso vergehen Stunden, bevor sie an die Güterschuppen heranfahren können, um beladen zu werden. Die gleichen Verzögerungen entstehen aber auch bei den Eisenbahnwagen selbst, die tagelang auf den Bahnhöfen umherstehen und die Gleise verstopfen, nur, weil sie nicht schnell genug entladen und neu beladen werden können. Man hat beispielsweise ermittelt, daß ein zwischen dem Hafen von New York und Chicago laufender Güterwagen auf diese Art im Mittel 10 Tage herumsteht, bevor er einmal die Reise macht, und daß selbstverständlich die Eisenbahnen mit ihrem heutigen Bestand an Güterwagen auf Jahre hinaus allen Anforderungen gewachsen wären, wenn man diese Zeitverluste vermeiden oder auf höchstens einen vollen Tag in jedem Bahnhof einschränken könnte.

Als Mittel hierfür stellt sich gleichfalls ein gut geleiteter Kraftwagen-Rolldienst mit zweckmäßigen schnell wirkenden Einrichtungen zum Beladen und Entladen der Güter dar. Dieser bietet die Möglichkeit, die Standzeit eines Eisenbahnwagens grundsätzlich auf 24 Stunden zu begrenzen und darüber hinaus angemessene Standgelder zu erheben, so daß die Eisenbahn nicht mehr als Speicherbetrieb für den Verfrachter mißbraucht werden kann.

Es sei schließlich erwähnt, daß der Kraftwagen vielfach dort wirtschaftlich sein kann, wo infolge zu schwachen Verkehrs die Eisenbahn unwirtschaftlich arbeitet, also helfen kann, den Betrieb wenig benutzter Nebenlinien zu verbilligen. [W 171] Dr. A. Heller.

---

[1]) Vergl. Z. 1922 S. 1075.

[2]) Die nachstehenden Bemerkungen stützen sich zum Teil auf einen Vorag, den der Vizepräsident der Chicago and Eastern Illinois Railway, W. H. yford, vor einiger Zeit in Washington gehalten hat; s. Engineering Newsecord vom 30. November 1922.

Wasserkraftanlagen.

Die Ejektorturbine.

Die in Z. 1922 S. 852 erwähnte Ejektorturbine von Moody ist in ganz ähnlicher Bauart schon im Jahre 1911 von mir als Oberingenieur der Firma J. M. Voith in Heidenheim a. Br. ausgeführt und untersucht worden. Die Anordnung der Düsen zeigen Abb. 1 und 2; die

Abb. 1 und 2. Hochwasser-Ejektorturbine, Bauart Oesterlen-Voith.

Abb. 3. Ergebnisse von Versuchen an der Ejektorturbine von Oesterlen-Voith.
T Turbine allein geöffnet.
$T + E$ Turbine mit Ejektor geöffnet.

Durchflußweite der Düsen kann durch einen äußeren Gitter-Ringschieber verstellt werden. Die Versuche wurden zusammen mit einer Turbine von 790 mm Dmr. im Laufradeintritt mit der spez. Drehzahl $n_s = 240$ bei $H = 2{,}5$ m durchgeführt, und es ergab sich ein ganz ähnliches Verhalten, wie dies Moody jetzt gefunden hat.

In Abb. 3 sind die Ergebnisse dem Verwendungszweck entsprechend aufgetragen, also Leistung und Wassermenge abhängig vom Gefälle bei durchweg gleichbleibender Umlaufzahl. Die Turbine allein kann die verlangte Leistung bis zu 0,88 des normalen Gefälles hergeben, da sie bei dem zu $H = 1$ m angesetzten Normalgefälle nicht voll beaufschlagt ist. Ist nun bei $H = 0{,}88\ H_{\text{norm.}}$ schon ein genügender Wasserüberschuß vorhanden, so läßt sich durch Öffnen der Ejektordüsen die Volleistung bis zu 0,78 $H_{\text{norm.}}$ aufrecht erhalten, von da ab sinkt aber die Leistung trotz Wasserüberschusses nach der Schaulinie N_{T+E}.

Der Leistungsgewinn durch die Ejektorwirkung ist durch Schraffur hervorgehoben. Er ist nicht sehr beträchtlich, und dabei ist noch zu beachten, daß die erforderliche Wassermenge, die bis auf das 2,8-fache der Turbinenwassermenge steigt, wohl bei dem verringerten Gefälle vorhanden sein kann, daß es aber selten möglich sein wird, sie ohne besondere Aufwendungen oder Gefällverluste der Ejektorturbine zuzuführen, da diese große Wassermenge ja durch den Kanal, den Schutzrechen und die Einlaßschütze fließen muß, um in die Turbinenkammer zu gelangen, alle diese Teile also entsprechend reichlich bemessen werden müssen und deshalb höhere Kosten verursachen.

Wegen des schlechten Wirkungsgrades des Ejektors wird sich doch vielfach eine besondere Hochwasserturbine als wirtschaftlicher erweisen.

Hannover. [1537] Prof. Dr.-Ing. Fr. Oesterlen.

Dampfkraftanlagen.

Die Dampfkesselexplosionen im Deutschen Reiche während des Jahres 1921[1]).

In den Dampfkesselbetrieben innerhalb des deutschen Reichsgebietes sind im Jahre 1921 elf Explosionen festgestellt worden. Hiervon waren vier durch Wassermangel, drei durch ungenügende Wandstärke, zwei durch Risse im Blech veranlaßt, während eine auf unzulässige Beanspruchung und eine auf unvollkommene Schweißung zurückgeführt wird. Bei diesen Explosionen wurden im ganzen 16 Personen getötet, 4 schwer und 12 leicht verletzt. Folgendes sind die Einzelheiten:

1. Stehender Feuerbüchsenkessel mit Quersiedern, erbaut 1905, für einen Löschkran im Hafen Saarbeck, Heizfläche 7,46 m², Rostfläche 0,33 m², Betriebsdruck 9 at. Bei der Explosion des Kessels am 14. Februar 1921 wurde das Rauchrohr eingedrückt, die Feuerbüchse der Länge nach bis auf 20 cm Tiefe eingebeult und die Schweißnaht des obersten und untersten Quersieders zur Hälfte abgerissen. Die Ursache war die Schwächung der Kesselwand infolge fehlerhafter Behandlung beim Schweißen und Ausbeulen.

2. Stehender Feuerbüchsenkessel mit Fieldröhren, erbaut 1918, Heizfläche 8,57 m², Rostfläche 0,25 m², Betriebsdruck 6 at. Bei der Explosion in der Malzfabrik von Mathias & Salomon in Frankfurt a. M. am 16. März 1921 wurde die Feuerbüchse in vier Falten zusammengedrückt und von der Feuerlochumrahmung abgerissen, wobei die untere und obere Mantelrundnaht sich auflöste. Der Kessel flog gegen einen benachbarten Wasserturm und riß in 31 m Höhe ein Loch von etwa 6 m². Ursache ist Wassermangel, was an der blauen Anlauffarbe und an den abgesprungenen Kesselsteinteilen zu erkennen war.

3. Einflammrohrkessel, erbaut 1885, Länge 5 m, Dmr. 1,5 m, Heizfläche 23,9 m², Rostfläche 1,3 m², Betriebsdruck 5,5 at. Bei der Explosion am 11. Juni 1921 in der Getreidemühle von Attermeyer in Laggenbeck entstand im ersten Flammorhrschuß ein Querriß, wodurch das Blech bis auf die Rostfläche niedergedrückt wurde. Die Wand war an der Bruchstelle nur 2 bis 3 mm dick. Der Kesselkörper wurde in der Richtung der Längsachse 4,2 m weit verschoben. Ursache ist örtliche Blechschwächung durch ungeeignetes Speisewasser.

4. Liegender Walzenkessel einer feuerlosen Lokomotive, die 1915 in Betrieb gesetzt wurde. Länge 4,58 m, Dmr. 1,69 m, Inhalt 9,8 m³, Betriebsdruck 13 at. Bei der Explosion im Werk Dachau der Deutschen Werke A.-G. am 14. Juli 1921 riß der eine der beiden Kesselböden in der Krempe ringsum ab. Der Mantel mit dem anderen Boden trennte sich vom Fahrgestell und flog 480 m weit, wobei er siebenmal aufschlug und erhebliche Zerstörungen anrichtete. Der Lokomotivführer wurde in Stücke zerrissen. Ursache des Unfalles sind Risse in den Krempen der beiden 22 mm dicken Kesselböden. Probestäbe aus den beiden Böden in Richtung des Durchmessers und des Umfanges ergaben bei dem ausgedrückten Boden 3590 bis 3650 kg/cm² Zerreißfestigkeit bei 22,4 bis 24,0 vH Dehnung, bei dem andern Boden 3300 bis 3340 kg/cm² Festigkeit und 29,6 bis 32,4 vH Dehnung. Die Kerbschlagproben nach Heyn ergaben:

Kesselboden	Probestab in Richtung des	Biegezahlen wenn nicht geglüht, Außenzone Innenseite	Biegezahlen wenn nicht geglüht, Außenzone Außenseite	Biegezahlen wenn nicht geglüht, Kernzone	Biegezahlen wenn bei 900° geglüht, Außenzone Innenseite	Biegezahlen wenn bei 900° geglüht, Außenzone Außenseite	Biegezahlen wenn bei 900° geglüht, Kernzone
A	Durchmessers	1/4 1/4	3/4 1/4	1 3/4	3 2 1/2	3 3 1/4	2 2
	Umfangs	0 0	0 0	1/2 1/2	2 1/2 2 1/4	3 3	1 1/2 1 1/2
B	Durchmessers	1 1 1/2	3/4 3/4	1 1/4 1 1/4	3 1/2 3 1/4	3 3	3 2
	Umfangs	1 1 1/2	1/2 1/4	1/2 1	2 3/4 1 1/2	2 1/2 3 1/4	1 3/4 1 1/2

Diese Zusammenstellung läßt unzweideutig erkennen, daß das Kesselblech spröde war. Das ist vermutlich auf unsachgemäße Behandlung bei der Herstellung der Böden zurückzuführen. Gestützt wird diese Annahme durch die mikroskopische Untersuchung, die auf der Innen- und Außenseite Kristallvergrößerungen ergab. Anscheinend hat also das Blech infolge ungenügender Erwärmung während des Krempens Kaltstreckungen erlitten. Diese Änderungen des Gefüges sind dann durch das Ausglühen beseitigt worden.

Auch die ungünstige Betriebsweise des Kessels einer feuerlosen Lokomotive, dessen Druck bei dreimaliger täglicher Ladung schnell auf 13 at gesteigert wird, sowie Spannungen in den Krempen der Böden beim Einziehen in den Kesselmantel[2]) können als Ursachen mitgewirkt haben.

5. Wasserrohrkessel mit geteilten Kammern (Bauart Babcock & Wilcox), erbaut 1918, Heizfläche 600 m², Rostfläche 20 m², Betriebsdruck 16 at. Die Explosion in der Überlandzentrale Tschechnitz (Schlesien) am 15. August 1921 ist durch die des Rauchgasvorwärmers eingeleitet worden. Vermutlich haben die Sprengstücke die Verbindungsrohre der hinteren Kammern mit den Oberkesseln geknickt und herausgerissen. Die vordere und die hintere Kammer des Kessels mit den sie verbindenden Wasserrohren wurden 2,4 m verschoben, die drei Oberkessel sind schräg vorwärts bis an die Kesselhauswand gedrückt worden. Der Kohlenbunker mit 180 bis 200 t Kohlen stürzte in der ganzen Länge des Kesselhauses ab. Ein Bruchstück des Vorwärmerklotzes hat das Dach des Kesselhauses durchschlagen und ist durch die Decke des Maschinenhauses niedergefallen.

[1]) Vierteljahrhefte zur Statistik des Deutschen Reiches, 3. Heft 1922.

[2]) Z. 1922 S. 12.

Die Untersuchung hat ergeben, daß das Speiseventil des Vorwärmers geschlossen war, während dem Vorwärmer dauernd Wärme zugeführt wurde, so daß sich Dampf darin bildete. Infolge der ungleichmäßigen Ausdehnung der vom Dampf und vom Wasser bespülten Vorwärmerrohre sind darin Spannungen entstanden, zumal ihre Wandstärken verschieden waren.

6. Wasserrohrkessel mit zwei Oberkesseln, Bauart Mac Nicol, 1913 erbaut, Heizfläche 643 m², Rostfläche 16 m², Betriebsdruck 12 at. Bei der Explosion auf der Zeche Adolf von Hansemann in Mengede am 13. September 1921 wurden sieben Personen getötet, zwei schwer und drei leicht verletzt. Die Ursache ist mangelhafte Schweißung der hinteren Bodennaht der vorderen linken Wasserkammer. Diese Naht war in der Mitte auf 500 mm Länge durchgeschweißt, im übrigen hatte das Blech nur bis auf 2 mm Tiefe abgebunden. Infolge einer Beschädigung des Mauerwerks wurde die Naht dem offenen Feuer ausgesetzt und hat sich überhitzt, wie die blauen Anlauffarben des Bodenbleches erkennen ließen.

Der Unfall zeigt, daß die bisherigen Maßnahmen zum Schutz der Schweißnähte (Unterlegplatten, Vermauerung) nicht genügen. Die Schweißnähte müssen durch Verankerungen, Stehbolzen o. dergl. entlastet werden, die auch die auf das Bodenblech wirkenden Kräfte aufnehmen.

7. Liegender Feuerbüchsenkessel mit vorgehenden Heizröhren, Heizfläche 42 m², Rostfläche 1,4 m², Betriebsdruck 10 at, aufgestellt auf einem Trockenbagger des Braunkohlenbergwerks Prinzessin Viktoria Neurath in Neurath. Bei der Explosion am 22. September 1921 ist das Blech des zweiten Mantelschusses in der ganzen Ausdehnung der Längsnaht eingerissen. Der Riß setzt sich dann an den Rundnähten fort, so daß die halbe Mantelplatte aufgeklappt wurde. Ursache ist ein alter 870 mm langer und bis 15 mm tiefer Anbruch, der durch unvorsichtiges Stemmen entstanden ist.

8. Stehender Walzenkessel von 450 mm Dmr. und 445 mm Höhe, gebaut 1921 und ohne Genehmigung und amtliche Prüfung in Betrieb genommen in der Vulkanisieranstalt von Förster in Leipzig-Sellershausen. Bei der Explosion am 22. Oktober 1921 ist der untere Kesselboden in der Schweißstelle gerissen, worauf der übrige Kesselkörper das Dach der Betriebstätte durchschlug. Ursache war die ungenügende Dicke des Bodens von 3,5 mm bei dem Betriebsdruck von 3,5 at, außerdem war der Boden zu schwach gewölbt und zu scharf gekrempt.

9. Einflammrohrkessel, hergestellt 1869, Heizfläche 17,5 m², Rostfläche 0,5 m², Betriebsdruck 5,5 at. Die Ursache der Explosion am 28. Oktober 1921 in der Goldleistenfabrik von Wattenberg & Co. in Burg bei Magdeburg ist Wassermangel. Das Flammrohr wurde zusammengedrückt, wobei die Bleche teilweise gebrochen sind.

10. Stehender Feuerbüchsenkessel mit Quersiedern für den Abraumbetrieb der Gewerkschaft Leonhardt in Neumark, explodierte am 9. November 1921 infolge Wassermangels. Der zwei Tage vorher eingestellte Kesselwärter hat versagt. Die ausgeglühte Feuerbüchsendecke ist verbeult und vom Rauchrohr abgestreift.

11. Zweiflammrohrkessel, 1885 hergestellt, Heizfläche 95 m², Rostfläche 5 m², Betriebsdruck 6 at. Die Ursache der Explosion am 10. Dezember 1921 in der Wollwäscherei Döhren in Hannover-Döhren ist Wassermangel. Die Schüsse der Flammrohre wurden teils eingebeult, teils aufgerissen. [M. 476] H. S.

Elektrotechnik.

Das 100 kV-Netz Mitteldeutschlands und die Petersenspule.

Im vorletzten Absatz des Artikels in Z. 1922 S. 972 wird ohne Begründung gesagt, daß die bisher vorliegenden Erfahrungen den Anschluß bereits vorhandener Petersenspulen in 100 kV-Netzen nicht gerechtfertigt erscheinen lassen, und daß weitere Erfahrungen abzuwarten seien. Das kann so aufgefaßt werden, daß Petersenspulen in 100 kV-Netzen nicht nur für entbehrlich, sondern sogar für schädlich gehalten werden. Diese Anschauung möchten wir nicht unwidersprochen lassen. Während in Netzen mit Spannungen bis 50 kV und darüber mit den eingebauten Erdschlußspulen durchweg günstige Erfahrungen erzielt worden sind, sind Transformatorendefekte im Kraftwerk Golpa den angeschlossenen Erdschlußspulen zur Last gelegt worden. Durch die eingehenden, von Prof. Petersen angestellten und in ETZ 1922 S. 1203 veröffentlichten Untersuchungen ist der Nachweis erbracht worden, daß diese Mängel ganz andere Ursachen haben, die mit der Erdschlußspule in keinerlei Zusammenhang stehen.

In 100 kV-Anlagen, die heute mit einem verhältnismäßig hohen Sicherheitsgrad ausgeführt werden, ist die Häufigkeit von Erdschlüssen und damit verbundenen Störungen an sich viel geringer als bei Anlagen mittlerer Spannungen. Die meisten Betriebsunterbrechungen in den Werken, die bereits seit vielen Jahren mit 100 kV arbeiten, hätten sich durch den Einbau von Petersenspulen vermeiden lassen. In einer deutschen, jahrelang ohne Petersenspulen betriebenen 100 kV-Anlage von mäßiger Ausdehnung haben solche Betriebstörungen das Werk veranlaßt, jetzt eine Petersenspule zu bestellen, um in Zukunft ähnlichen Schäden vorzubeugen. Es wird mit Recht erwartet, daß die Anschaffungskosten durch den Fortfall an Aufwendungen für Instandsetzungen und durch den Gewinn infolge ununterbrochener Stromlieferung sich in kurzer Zeit bezahlt machen. Der infolge einer einzigen Unterbrechung eintretende Ausfall an gelieferter Energie kann mehrere 100 000 kWh betragen.

Das mitteldeutsche 100 kV-Netz wird im allgemeinen nicht zusammenhängend betrieben. Zur Zeit werden zusammenhängend rd. 60 km Doppelleitung und rd. 150 km Einfachleitung betrieben mit etwa 230 A Erdschlußstrom. Betriebserfahrungen, von denen in der erwähnten Erklärung gesprochen wird, beziehen sich lediglich auf 132 km Doppel- und rd. 40 km Einfachleitung, entsprechend einem Erdschlußstrom von rd. 80 A. Je größer das Netz, um so größer ist die Gefahr, daß Erdschlüsse Zerstörungen an den Anlagen und Unterbrechungen des Betriebes zur Folge haben, und um so wichtiger sind vorbeugende Maßnahmen zum Schutze gegen diese technisch und wirtschaftlich gleich schädlichen Wirkungen der Erdschlüsse. [M 280]

Berlin. Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft.

Heizung und Lüftung.

Die Kraftheizwerke in Hamburg und Kiel.

Von der Firma Rud. Otto Meyer sind im vorigen Jahre Städteheizwerke in Hamburg und Kiel errichtet worden. Das Fernheizwerk Poststraße in Hamburg ist zu Beginn der vorigen Heizzeit, im Oktober 1921, mit 6 Gebäuden und einem vorläufigen Anschlußwert von rund 7 000 000 kcal/h dem Betrieb übergeben worden. Die Anlage ist inzwischen bis auf einen Anschlußwert von rd. 12 000 000 kcal erweitert worden und kann bis zu einer Höchstleistung von rd. 20 000 000 kcal ausgebaut werden. Der Umfang der Anlage sowie die beabsichtigten Erweiterungen sind aus Abb. 1 zu ersehen.

Das Fernheizwerk ist im Anschluß an das im Jahre 1895 errichtete Elektrizitätswerk Poststraße entstanden. Der veraltete Dampfmaschinen-

Gebäude mit Dampfheizung
Gebäude mit Warmwasserheizung
ausgeführte Fernleitung
geplante Fernleitung

Abb. 1. Fernheizwerk Poststraße in Hamburg.

Ausgeführte Anschlüsse

a Hamburger Hof
b Dresdener Bank
c Warenhaus Tietz
d Kraftwerk
e Hildebrandhaus
e_1 Mitteldeutsche Creditbank
e_2 Hübnerhaus
f Gutrufhaus
g Gebr. Robinsohn
h Rathaus
i Börse
k Norddeutsche Versich. Ges.
k_1 Vereinsbank
l Deutsche Bank
m Börsenhof

Geplante Anschlüsse:

n Kasergalerie
o Kaufmannshaus
p Verwaltungsgebäude
q Stadthaus

betrieb war nicht mehr wirtschaftlich, und nach dem Bauplan der Hamburgischen Elektrizitätswerke sollte das Werk Poststraße in ein Unterwerk mit Drehstrom-Gleichstrom-Umformern umgebaut werden. Von den ursprünglich vorhandenen sechs Kolbendampfdynamos von je 400 kW Leistung waren bereits drei Sätze in den Kriegsjahren durch Umformer ersetzt worden, und der Ausbau der übrigen Maschinen war nur eine Frage der Zeit. Die Überprüfung des Bauplanes vom Standpunkt der allgemeinen Wärmewirtschaft in gemeinsamer Arbeit mit den Hamburgischen Elektrizitätswerken hat jedoch ergeben, daß der Dampfmaschinenbetrieb mit Vorteil beibehalten werden kann bei Aufnahme von Wärmelieferung für die Beheizung der umliegenden staatlichen und privaten Gebäude. Trotz der außerordentlich günstigen Betriebsergebnisse des neuzeitlichen Großkraftwerkes Tiefstack, von dem das hamburgische Drehstromnetz in der Hauptsache gespeist wird, kann der Strom in der Anlage Poststraße im vereinigten Kraft-Heiz-Betrieb billiger als mit Umformern erzeugt werden.

Als weitere Überlegung für die Aufnahme des Heizbetriebes kam die Frage der Heizung des Rathauses hinzu, dem bereits seit 1895 Hochdruckdampf von der Poststraße geliefert wurde. Bei Stillegung des Dampfbetriebes im Elektrizitätswerk wäre für das Rathaus eine besondere Kesselanlage erforderlich geworden.

Nachdem eingehende Untersuchungen die Wirtschaftlichkeit des vereinigten Kraft-Heiz-Betriebes des Werkes Poststraße erwiesen und die praktischen Versuche die Eignung der Maschinen für Gegendruckbetrieb ergeben hatten, gründeten die Hamburgischen Elektrizitätswerke und die Firma Rud. Otto Meyer das Fernheizwerk Hamburg G. m. b. H. Gegenstand des Unternehmens ist die Lieferung von Wärme und elektrischer Energie.

Die Wärme wird in der Form von Niederdruckdampf geliefert. Maßgebend hierfür waren die in den meisten Gebäuden bereits vorhandenen Niederdruck-Dampfheizungen. Gebäude mit Warmwasserheizungen erhalten Dampf-Warmwasser-Umformer. Der gelieferte Dampf wird monatlich verrechnet an der Hand des tatsächlichen Verbrauches, der mittels bis auf 1 vH genau anzeigender Kondensations-Wassermesser festgestellt wird. Das Niederschlagwasser wird zum Speisen der Kessel zurückgeführt.

Die angegebene Höchstleistung des Fernheizwerkes von rund 20 000 000 kcal/h wird voraussichtlich in diesem Jahre erreicht werden. Eine weitere Steigerung des Wärmeabsatzes ist zunächst nicht möglich, da die vorhandene Kesselanlage von insgesamt 2250 m² Heizfläche aus räumlichen Gründen nicht mehr vergrößert werden kann. Doch

Gebäude mit Dampfheizung
Gebäude mit Warmwasserheizung
ausgeführte Fernleitung
geplante Fernleitung

Abb. 2.
Fernheizanlage Humboldtstraße in Kiel.

Die wichtigsten Anschlüsse:

- a Verwaltungsgebäude
- b Lagerhaus
- c Reform-Realgymnasium
- d Wichmannstift
- e Parksanatorium
- f Mädchenschule
- g Maschinenbauschule
- h Handwerkerschule
- i Ortskrankenkasse
- k Provinzialverwaltung
- l Versicherungsanstalt
- m Mädchenheim
- n Polizeipräsidium
- o Rolandseck
- p Landesbrandkasse
- q Mittelschule
- r Frauen-Gewerbeschule
- s Gewerkschaftshaus
- t Volkszeitung
- u Dusch Nachfolger
- v Spar- und Leihkasse
- w Oberlandesgericht
- x Wöhlk
- y Gymnasium
- z Wohnhäuser
- a_1 Rathaus
- b_1 Stadttheater
- c_1 Kieler Neueste Nachrichten
- d_1 Commerz- u. Privatbank

ist eine spätere Vergrößerung des Versorgungsgebietes durch den Umbau des rd. 2 km von der Poststraße entfernten Elektrizitätswerkes Carolinenstraße in ein Kraftheizwerk und durch Kupplung beider Verteilnetze möglich und in Aussicht genommen. In der Carolinenstraße stehen 4000 m² Kesselheizfläche zur Verfügung, und die beiden Fernheizwerke würden dann bis rd. 50 000 000 kcal/h abgeben können.

Die Fernheizanlage Humboldtstraße in Kiel, Abb. 2, ist in der gleichen Weise in Anlehnung an ein bestehendes, vom Standpunkt der Krafterzeugung veraltetes Elektrizitätswerk entstanden. Durch Aufnahme des Heizbetriebes werden die Stromerzeugungskosten auch in diesem Fall geringer als beim Umformerbetriebe. Die größte Entfernung vom Verteiler im Heizwerk bis zum abgelegensten Verbraucher beträgt rd. 1300 m. Die Anlage ist Ende Januar 1922 mit 27 Gebäuden und einem Anschlußwert von 10 200 000 kcal/h in Betrieb genommen und inzwischen auf rd. 14 000 000 kcal/h erweitert worden.

Der vereinigte Kraft-Heiz-Betrieb wird in der Humboldtstraße mit einer Gegendruckturbine durchgeführt. Der Betrieb ist zunächst mit einer für Gegendruckbetrieb umgebauten Kondensationsturbine aufgenommen worden. In diesem Jahr ist eine besonders für diesen Zweck gebaute Gegendruckturbine aufgestellt. Der Nachteil der geringeren Stromausbeute gegenüber der Kolbendampfmaschine wird durch die betriebstechnischen Vorteile des Turbinenbetriebes ausgeglichen. Die Wärme wird in der gleichen Weise wie beim Fernheizwerk Poststraße verteilt und gemessen.

Der Bau und der Betrieb der Anlage ist von der Stadt Kiel auf Grundlage eines Konzessionsvertrages an Rud. Otto Meyer übertragen worden. Nach 20 Jahren geht die Anlage kostenlos in den Besitz der Stadt über.

Sehr bemerkenswert ist die schnelle Fertigstellung der beiden Fernheizwerke. Mit der Ausführung der Anlagen ist in Hamburg wie in Kiel erst Anfang August 1921 begonnen worden. Aber schon im O tober des gleichen Jahres konnte das Fernheizwerk Poststraße u Ende Januar des folgenden Jahres das Fernheizwerk Humboldtstra den Betrieb aufnehmen, wobei dem Hamburger Fernheizwerk der berei bis zum Rathaus vorhandene Kanal zugute kam. Die bisherigen B triebsergebnisse der beiden Fernheizanlagen entsprechen den gehegt Erwartungen. Trotz der ungeheuren Verteuerung aller Baustof konnten beide Werke im vergangenen Jahre beträchtlich erweitert werde und damit ist der Beweis für die Lebensfähigkeit öffentlicher Fernhei werke gegeben. Im Rahmen einer ausführlichen Abhandlung über d Aussichten der Städteheizung sollen die beiden Anlagen später noch ei gehender dargestellt werden. [1498]

Hamburg. Dipl.-Ing. Margolis.

Werkstätten und Fabriken.

Antriebmotoren und Transmissionen.

Mitten zwischen anderm reichen und vielseitigem Stoff bringt d Großindustrielle Dr. phil., Dr.-Ing. e. h. Wilh. Elbers in seine neuen Buch „Hundert Jahre Baumwolltextilindu strie"[1]) beachtenswerte Ratschläge über die Bemessung der Antrie motoren und der Transmissionen, die hier im Auszuge wiedergegeb werden sollen.

Im allgemeinen wählt man den antreibenden Motor in einem Fabri raum 20 bis 25 vH kleiner als die Summe des Kraftbedarfs der ei zelnen Arbeitsmaschinen, da diese doch nie alle zusammen voll b ansprucht werden. Man verläßt sich dabei zu stark auf die Steti keit der Verhältnisse. Die Auswechslung einer Arbeitsmaschine dur eine solche, deren Kraftbedarf größer ist, kann indessen früher, a man denkt, in Frage kommen. Außerdem sollte zweckmäßig innerha der Gruppe noch Platz für die Aufstellung einer weiteren Maschi vorhanden sein. Erweist sich dann später eine solche Aufstellung a notwendig, so ist es sehr angenehm, wenn der Motor, der die Grup treibt, nicht gleich ausgewechselt zu werden braucht. Gegenüber dies Vorteilen der Betriebsicherheit und der Möglichkeit der leichten E weiterung des Betriebes fällt es nicht ins Gewicht, daß während d Nichtvollbelastung des Motors sein Nutzeffekt nicht ganz so günst ist und ferner die Anlagekosten nicht voll ausgenutzt sind.

Man kann dann auch beim Aussetzen des Motors einer Nac bargruppe helfend eingreifen. Man bereite aber einen solchen Au hilfsbetrieb beim Aufstellen der Maschinen und beim Anlegen d Transmissionen schon vor, und zwar durch ein Programm, auf Gru dessen die erforderlichen Zwischenvorgelege für den Übertrieb glei von vornherein mit eingebaut werden. Man muß sich dabei genau jed einzelnen Fall vergegenwärtigen und im einzelnen festlegen: Ste Motor 1, so greifen die Motoren 2 und 4 ein; dazu sind die und Übertriebe erforderlich; steht Motor 2 usw. Daneben halte man si noch Aushilfsmotoren zur Verfügung, und zwar beschränke man si auf nur wenige Größen von Elektromotoren, um mit wenigen Ersa stücken auskommen zu können. Man wähle also nicht etwa Motoren v 20, 23, 26, 29 . . . . 36, 40 PS, sondern nur etwa von 20, 30 und 40 P

Ähnliche Grundsätze wie die oben geschilderten sollten auch b der Anlage von Transmissionswellen maßgebend sein. Au hier sollte man den Durchmesser der Wellen nicht nur so groß b messen, daß die von der Welle zu leistende Arbeit gerade noch v ihr übernommen werden kann. Man sollte vielmehr für zeitwei stärkere Inanspruchnahme durch die vorhandenen Maschinen oder au wegen Aufstellung weiterer und mehr Antriebkraft beanspruchen Arbeitsmaschinen sicherheitshalber etwas stärkere Transmissionswell als unbedingt erforderlich, wählen und die hierdurch erwachsend Mehrkosten nicht scheuen.

Ein Verfahren, das von den Transmissionsfirmen recht häufig v geschlagen wird, und das bei dem Vorliegen ganz stetiger Verhä nisse vielleicht berechtigt sein mag, besteht darin, die Wellen, v der Antriebseite beginnend und zur andern Seite des Arbeitraum hinübergehend, allmählich in gewissen Abständen abzusetzen und Durchmesser zu vermindern, weil die von den Wellen zu übertrage Kraft sich entsprechend der abnehmenden Zahl der anzutreiben Maschinen vermindert. Bei so ausgeführten Anlagen können nun a später leicht Schwierigkeiten entstehen, wenn an der Stelle des Saal wo z. B. die Wellen bereits von 120 auf 75 mm abgesetzt sind, spä eine ziemlich viel Betriebskraft erfordernde Arbeitsmaschine aufgest werden soll. Sehr oft wird man der zu dünnen Welle die Arb dann nicht zumuten dürfen und daher den betreffenden Teil der Tra missionsanlage auswechseln müssen. Will man ferner, um ein and Beispiel anzuführen, aus bestimmten baulichen oder betriebstechnisch Gründen aushilfsweise oder dauernd einen Übertrieb von einer Tra missionswelle zur andern an eine Stelle des Saales verlegen, wo Wellen schon stark abgesetzt sind, oder will man gar aus irge welchen Gründen an diese Stelle den Antriebmotor selbst legen, ist die Verlegenheit wieder groß. Noch ein andrer Grund spri weiter für die Beibehaltung einer gleichmäßigen Stärke der Tra missionswellen durch den ganzen Arbeitsraum: das ist die Auswech barkeit der Transmissionslager und der Riemenscheiben. In ei großen Betriebe machen die Riemenscheiben oft merkwürdige Wan rungen durch, indem sie bald hier, bald dort für längere oder kür Zeit gebraucht werden. Da ist es dann sehr lästig, wenn man mit dem Ausdrehen der Riemenscheiben bei zu enger Bohrung mit dem Ausbüchsen der zu weiten Riemenscheibenbohrungen die so kostbare Zeit verlieren muß. [M 340]

Hagen i. W. Goedecke

[1]) s. Z. 1922 S. 1012.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Januar.

Wiedergutmachungsleistungen und Besetzung des Ruhrgebietes. Die geringen Erwartungen, mit denen man in Deutschland um die Jahreswende der Entwicklung der Wiedergutmachungsfrage entgegensah, haben sich als nur allzu berechtigt erwiesen. Der am 2. Januar eröffneten Pariser Konferenz, auf der die Ministerpräsidenten Belgiens, Englands, Frankreichs und Italiens ein gemeinsames Programm für die Lösung des Problems aufstellen wollten, lagen nicht weniger als vier zum Teil wesentlich voneinander abweichende Pläne vor. Der für Deutschland ungünstigste französische Plan wollte unter gewissen Bedingungen die Annullierung der sogenannten „Obligationen C" in Höhe von 82 Milliarden Goldmark gewähren, die nach den bisher geltenden Zahlungsbedingungen erst nach Abzahlung der Serien A und B von zusammen 50 Milliarden Goldmark von Deutschland beglichen zu werden brauchten und in dem Londoner Zahlungsplan, dem Deutschland bekanntlich nicht hatte nachkommen können, gar nicht enthalten waren. Neben diesem für Deutschland demnach völlig belanglosen Verzicht wollte der französische Plan eine zweijährige Stundung der Wiedergutmachungszahlungen gewähren, wobei jedoch auch weiterhin die Sachleistungen in vollem Umfang durchgeführt und die Besatzungskosten bezahlt werden sollten. Die Annullierung und diese unzureichende Stundung wurden davon abhängig gemacht, daß Deutschland in eine weitgehende Finanzüberwachung einwilligte, die mit einer gänzlichen Aufhebung der deutschen Finanzhoheit gleichbedeutend gewesen wäre. Ferner forderten die Franzosen zur Sicherstellung der deutschen Zahlungen eine lange Reihe für Deutschland unannehmbarer „produktiver Pfänder", unter denen vor allem die Überwachung der Ein- und Ausfuhrbewilligungen, die Überwachung der Kohlenförderung des Ruhrbergbaues, die Überwachung der Staatsbetriebe und Staatsforsten im besetzten Gebiet, ferner die Beschlagnahme der Zolleinnahmen und der Kohlensteuern im besetzten Gebiet und im Ruhrgebiet sowie die Abgabe aller ausländischen Devisen auf Grund der Ausfuhr aus den genannten Gebieten zu erwähnen ist. Schließlich verlangte der französische Plan die Ermächtigung zur Durchführung von „Sanktionen", u. a. zur Besetzung des Ruhrgebietes, falls Deutschland die genannten Bedingungen nicht annehmen oder seinen Verpflichtungen künftig nicht restlos nachkommen würde. Der italienische Plan sah ebenfalls lediglich den Verzicht auf die Serie C und die bedingte Gewährung der zweijährigen Stundung vor. Bezüglich der geforderten Finanzüberwachung waren die italienischen Bedingungen etwas weniger drückend als die französischen. Dagegen verlangten die Italiener im großen und ganzen die gleichen produktiven Pfänder wie Frankreich. Der englische Plan ging davon aus, daß die beteiligten Länder durch die Gewährung gewisser Vergünstigungen recht erhebliche Beträge für Wiedergutmachungszwecke aus Deutschland herausziehen könnten, „während das Verharren bei einer Politik, die unmögliche Ansprüche mit Gewalt durchzusetzen sucht, schließlich mit der allgemeinen Zerstörung des deutschen Kredits enden würde". Deutschland sollte zwei neue Serien von Schatzscheinen ausgeben, und zwar sofort eine Serie in Höhe von 50 Milliarden Goldmark, rückzahlbar zu pari am 31. Dezember 1956. Für diese Schatzscheine sollten in den ersten vier Jahren gar keine, in den nächsten vier Jahren 4 vH und dann 5 vH Zinsen gezahlt werden. Die zweite Serie von 17,31 Milliarden Goldmark — entsprechend der in den ersten vier Jahren gestundeten Zinssumme — sollte erst am 1. April 1933 ausgegeben und bis zum 31. März 1965 zurückgezahlt werden. Nach diesem Plan hätte Deutschland unter gewissen Bedingungen die ganze Schuld mit einem Gegenwartswert von rd. 37 Milliarden Goldmark in etwa 10 bis 15 Jahren begleichen können. Von Pfandmaßnahmen nahm der englische Vorschlag Abstand. Dagegen verlangten auch die Engländer eine Finanzüberwachung, jedoch in gänzlich andrer Form als die Franzosen und Italiener. Die Wiedergutmachungskommission sollte ausgeschaltet und dafür ein besonderer Finanzausschuß in Berlin aus Vertretern Belgiens, Englands, Frankreichs und Italiens sowie aus zwei Mitgliedern von amerikanischer oder neutraler europäischer Nationalität gebildet werden. Vorsitzender dieses Ausschusses sollte der jeweilige deutsche Finanzminister werden, der im allgemeinen kein Stimmrecht haben, bei Stimmengleichheit jedoch den Ausschlag geben sollte. Die Entgegennahme des vierten Planes, der von der deutschen Regierung ausgearbeitet war, ist von der Konferenz von vornherein abgelehnt worden. Er entsprach im allgemeinen den im November und Dezember gemachten deutschen Vorschlägen[1]). Die Tagung der Ministerpräsidenten wurde am 4. Januar bereits abgebrochen, da einerseits Belgien, Frankreich und Italien den englischen Plan als unzureichend und demnach unannehmbar bezeichneten und anderseits Poincaré die Annahme des französischen Planes ohne jede Einschränkung verlangte, während Bonar Law die Ansicht vertrat, daß die Durchführung dieses Planes „ernste und sogar unheilvolle Folgen für die Wirtschaftslage Europas nach sich ziehen würde". Der Zusammenbruch der Konferenz bedeutet einen Wendepunkt in der Behandlung der Wiedergutmachungsfrage. Der Versuch, zu einer vernünftigen, von Deutschland erfüllbaren Regelung zu kommen, welche die Stabilisierung der Mark, den Wiederaufbau Deutschlands und der europäischen Wirtschaft ermöglicht hätte, war damit zunächst gescheitert und dafür einer neuen Zeit der Gewaltpolitik das Tor geöffnet.

Am 9. Januar stellte die Wiedergutmachungskommission trotz aller wohl begründeten Einsprüche Deutschlands auf französischen Antrag hin gegen die Stimme des englischen Vertreters und trotz der Bedenken, die der Vertreter der Vereinigten Staaten äußerte, die „Verfehlung" Deutschlands in der Frage der Kohlenlieferungen fest. In einer weiteren Sitzung wurde die Verfehlung als eine „absichtliche" bezeichnet und damit die scheinbare Berechtigung zur Verhängung von „Sanktionen" geschaffen. Es ist müßig, auf die französischen Beweise für die deutschen „Verfehlungen" und auf die deutschen Gegenbeweise im einzelnen einzugehen. Es genügt die eine Feststellung, daß die deutsche Regierung in dem Wunsche, die Kohlenlieferungen restlos zu erfüllen, englische Kohle kaufen wollte und diese Frankreich angeboten hat. Die französische Regierung hat dieses Angebot jedoch abgelehnt, da ihr keineswegs an der Erfüllung der deutschen Verpflichtungen lag, sondern sie endlich die Möglichkeit zu Gewaltmaßnahmen gewinnen wollte. Am 10. Juni wurde der deutschen Regierung eine französisch-belgische Note überreicht, welche die Mitteilung enthielt, daß eine aus belgischen, französischen und italienischen Ingenieuren bestehende Kommission künftig die Tätigkeit des Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikats überwachen würde, um auf diese Weise die Zwangskohlenlieferungen sicherzustellen. Zum Schutz dieser Kommission würden die erforderlichen Truppen ins Ruhrgebiet einrücken. Die Besetzung des Ruhrgebiets, die Clémenceau 1919 bei den Verhandlungen über die Festsetzung der Friedensbedingungen infolge des Widerstandes von Lloyd George und Wilson nicht durchzusetzen vermochte, und die dann im Frühjahr 1921, von Frankreich abermals angestrebt, durch die Annahme des Londoner Zahlungsplanes von Deutschland verhindert wurde, diesen Triumph des französischen Militarismus hat Poincaré somit im Januar 1923, mehr als vier Jahre nach dem Abschluß des Waffenstillstandes, wider Recht und Vertrag endlich durchzusetzen vermocht. Belgien leistet dabei in jeder Weise Helferdienste, während Italien sich an den militärischen Handlungen nicht beteiligt, immerhin aber an der „unsichtbaren, friedlichen" Besetzung des Ruhrgebietes, wie die Franzosen es nennen, durch Entsendung von Ingenieuren und Zollbeamten teilnimmt. Die englische Regierung mißbilligt zwar die Besetzung und beteiligt sich in keiner Weise an den Maßnahmen ihrer Verbündeten, hält sich aber im übrigen „neutral". Von der seitens weiter Kreise des englischen Volkes als Protest gegen Frankreichs Vorgehen gewünschten Zurückziehung der englischen Truppen aus dem besetzten Gebiet hat die englische Regierung zunächst noch Abstand genommen, obwohl insbesondere Bonar Law einer solchen Regelung nicht abgeneigt ist. Dagegen hat die Regierung der Vereinigten Staaten die Besetzung des Ruhrgebiets zum Anlaß genommen, um die letzten amerikanischen Truppen zurückzuziehen.

In den Tagen vom 10. bis 16. Januar haben französische und belgische Truppen das Ruhrgebiet militärisch besetzt. Auf deutscher Seite wurden diese Gewaltmaßnahmen mit entsprechenden Gegenmaßnahmen beantwortet. Bereits am 9. Januar hatte das Rheinisch-Westfälische Kohlensyndikat auf Grund eines einstimmigen Beschlusses seinen Sitz von Essen nach Hamburg verlegt; die Zwangsbewirtschaftung der Kohle wird hierdurch natürlich in keiner Weise berührt. Am 12. Januar hat die Reichsregierung die sofortige Einstellung aller Sachlieferungen nach Belgien und Frankreich verfügt; insbesondere wurde den Zechenbesitzern die Lieferung von Kohle und Koks auch für den Fall der Bevorschussung und Barzahlung durch diese beiden Staaten untersagt. Ferner wurde den Beamten und Arbeitern der Reichsbahn die Beförderung von Kohle oder die Umlenkung deutscher Kohlenzüge nach den genannten Ländern verboten. Als dann auf Grund dieser Verordnungen der deutschen Regierung die Wiedergutmachungskommission bei Stimmenthaltung des englischen Vertreters erneut eine „absichtliche Verfehlung" Deutschlands feststellte, verkündeten die belgische und die französische Regierung am 17. Januar den Beschluß, ihrerseits für Rechnung der Verbündeten die Kohlensteuer in dem besetzten Gebiet zu erheben und die Zölle zu beschlagnahmen. Ferner erteilten die belgische, französische und italienische Regierung gemeinsam den Befehl zur sofortigen Ausbeutung der Staatsforsten am linken Rheinufer, da die Wiedergutmachungskommission insbesondere die „Verfehlung" Deutschlands in der Frage der Holzlieferungen festgestellt hatte. Gegenüber diesen neuen Gewaltmaßnahmen bestimmte die Reichsregierung, daß die deutschen Finanz- und Zollbeamten Zahlungen, die Deutschland entzogen und anderen Ländern zugeführt werden sollen, nicht annehmen dürften, sondern daß die entsprechenden Zahlungen an deutsche Kassen im unbesetzten Gebiet zu erfolgen hätten.

Auf Grund des Erlasses der Reichsregierung haben die Zechenbesitzer sofort die Lieferung von Kohlen an Frankreich und Belgien eingestellt und haben sich weder durch Befehle der Besatzungsbehörden, noch durch Verhaftungen und kriegsgerichtliche Urteile umstimmen lassen. Ebenso kommen alle Staatsbeamten, trotz der Androhung der Ausweisung — die inzwischen in zahlreichen Fällen erfolgt ist — den Anordnungen der Reichsregierung unbedingt nach. Arbeiter und Angestellte haben in allen Fällen, in denen private oder staatliche Zechen, andere industrielle Betriebe oder die Bahnanlagen von Militär besetzt wurden, die Arbeit niedergelegt. Auch die Verhaftung der Zechenbesitzer hatte umfangreiche Ausstände zur Folge. Als Entgegnung auf die von den Franzosen verfügte Beschlagnahme und Umleitung der Kohlentransportschiffe haben die in der Rheinschiffahrt beschäftigten Maschinisten und Heizer die Einstellung der Kohlenschiffahrt beschlossen.

An weiteren deutschen Maßnahmen ist zu erwähnen, daß das Reich für die Entschädigung von Personen- und Sachschäden im neubesetzten Gebiet einen Vorschuß von 1 Milliarde Mark zur Verfügung gestellt hat und den Zechen größere Kredite für die Löhnung der Bergarbeiter

[1]) Z. 1922, S. 1122 und 1923 S. 45.

gewähren will, falls diese bei ihrer Weigerung verharren, für die Franzosen Kohlen zu liefern. Auf Grund eines Beschlusses des Vereines Deutscher Eisen- und Stahlindustrieller sind die Lieferverträge mit Frankreich für Minetteerze gekündigt und die Abnahme der angelieferten Erzmengen verweigert worden. Künftig soll aus Belgien, Frankreich und Luxemburg weder Roheisen noch Halbzeug usw. bezogen werden. Die Reichsregierung ist deshalb ersucht worden, die zollfreie Einfuhr aus diesen Ländern aufzuheben und dafür durch Zoll- und Frachtvergünstigungen die Erz- und Eiseneinfuhr aus anderen Ländern zu erleichtern. Die rheinisch-westfälischen Hüttenwerke haben bereits langjährige Verträge auf Erzlieferungen mit schwedischen Gruben abgeschlossen.

Angesichts des zielbewußten Widerstandes aller beteiligten Kreise haben die französisch-belgischen Maßnahmen bis Ende Januar beiden Staaten lediglich Mißerfolge gebracht. Während vor der Besetzung täglich etwa 48 000 t Kohle und Koks als Zwangslieferungen nach Frankreich und Belgien geliefert wurden, sind seit Beginn der Besetzung bis zum 31. Januar nur 656 t nach Belgien und 20 309 t nach Frankreich, um so größere Mengen dagegen nach dem unbesetzten Deutschland geschafft worden. Neuerdings sind die Franzosen — zunächst ebenfalls vergeblich — bemüht, eine Zollgrenze um das Ruhrgebiet zu bilden und dadurch die Kohlenausfuhr nach Deutschland zu unterbinden. Ferner wird der Versuch unternommen, französische Eisenbahner sowie italienische und tschechische Kohlenarbeiter in das Ruhrgebiet zu verpflanzen. Die Wirkung dieser neuen Maßnahmen auf das unbesetzte Deutschland ist noch nicht abzusehen, dagegen kann mit Sicherheit behauptet werden, daß Frankreich auch auf diese Weise weder den Bahnbetrieb noch die Kohlenförderung wird aufrecht erhalten können.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß die Wiedergutmachungskommission am 26. Januar abermals bei Stimmenthaltung des englischen Vertreters das deutsche Stundungsgesuch als hinfällig erklärt hat. Ein in dieser Sitzung von Frankreich vorgelegter neuer Stundungs- und Zahlungsplan ist von den Vertretern der übrigen Staaten als undurchführbar bezeichnet worden. Die Kommission hat gleichzeitig abermals die vorsätzliche Nichterfüllung des Friedensvertrages durch Deutschland festgestellt und damit die Bahn für weitere Zwangsmaßnahmen frei gemacht.

Die Kohlenversorgung.

Die Ereignisse im Ruhrgebiet sind zunächst auf die Kohlenversorgung des unbesetzten Deutschlands ohne größere Einwirkung geblieben, da die Reichsbahn, die öffentlichen Werke (Gasanstalten, Elektrizitätswerke usw.) sowie die Industrie bei Jahresanfang mit Brennstoffen ziemlich gut versorgt waren und an vielen Orten größere Brennstoffvorräte lagern. Auch sind die Bergarbeiter und Eisenbahner bemüht gewesen, bei Beginn der Besetzung möglichst große Kohlenmengen zu fördern bezw. nach dem unbesetzten Gebiet abzufahren. Am ungünstigsten sind wie stets die Verhältnisse in Süddeutschland, wo die Vorräte zum Teil äußerst gering sind. Die Reichsbahn wird in nächster Zeit den Personenverkehr um etwa 15 vH einschränken. Im übrigen ist aber zu hoffen, daß der Güterverkehr und die Betriebe im unbesetzten Deutschland während der nächsten Wochen in vollem Umfang aufrechterhalten werden können, zumal die Reichsbahn und vor allem die Industrie zweifellos bestrebt sein wird, größere Kohlenmengen aus England zu beziehen. So wurde in der zweiten Dekade des Monats Januar für 244 436 000 t englischer Kohle die Einfuhr freigegeben, während in der ersten Dekade die Freigabe nur für 162 896 100 t erfolgt war. Leider wird der Kauf englischer Kohle durch die rasche Steigerung des Sterlingkurses und die Anfang Januar erfolgte Erhöhung des englischen Kohlenpreises erschwert. Aus diesem Grunde ist es zu begrüßen, daß das Reichswirtschaftsministerium und der Reichskohlenkommissar mit dem Zentralverband der Kohlenhändler Deutschlands sowie dem Verein der Importeure englischer Kohle in Hamburg Maßnahmen getroffen haben, um zu verhindern, daß die deutsche Verbraucherschaft wahllos und überstürzt englische Kohle kauft. Ebenso ist es im Interesse der deutschen Valuta überaus erfreulich, daß es z. B. dem Stinneskonzern gelungen ist, Abkommen auf Lieferung beträchtlicher Mengen englischer Kohle gegen Kredit abzuschließen. Auch andere industrielle Werke stehen in aussichtsreichen Verhandlungen, um englische Kohle gegen Kredit zu beziehen.

Die deutsche Valuta. Die Entwertung der Mark hat, wie es angesichts der politischen Ereignisse nicht anders zu erwarten war, abermals erschreckende Fortschritte gemacht. Während bei Jahresbeginn der Dollar an der Berliner Börse mit rd. 7300 ℳ bewertet wurde, brachte das in den ersten Januartagen erfolgte Scheitern der Pariser Konferenz einen Anstieg auf 8000 ℳ. Der Beschluß der Wiedergutmachungskommission, durch den die „Verfehlung" Deutschlands in der Frage der Kohlenlieferungen festgestellt wurde, trieb den Dollar am 9. Januar auf 10 000 ℳ. Durch die widerrechtliche Besetzung des Ruhrgebiets mit ihren unabsehbaren politischen und wirtschaftlichen Folgen erfuhr die Entwertung der Mark eine heftige Beschleunigung, bis der Dollar am 18. Januar einen Stand von 23 000 ℳ erzielte. Die folgenden Tage brachten eine leichte Besserung des Markwertes; am 24. Januar setzte dann auf Grund der wachsenden politischen Schwierigkeiten eine neue stürmische Aufwärtsbewegung der ausländischen Devisen ein, wobei an der Berliner Börse infolge mangelnden Angebots am 30. Januar Dollarnoten mit 75 vH, Pfundnoten am 31. Januar sogar mit 25 vH repartiert werden mußten. Am 31. Januar wurde der Dollar in Berlin amtlich mit 49 000, im freien Verkehr sogar mit über 50 000 ℳ bewertet; an der New Yorker Börse hat die Mark am gleichen Tage eine wesentliche Besserung erfahren. Die Schlußnotiz der Mark entsprach einem Dollarstand von 38 461 ℳ.

Besonders bemerkenswert ist, daß die französische Valuta zwar gegenüber der Mark eine erhebliche Steigerung erfahren hat, gegenüber den Edelvaluten jedoch nicht unwesentlich im Wert gesunken ist. So wurde der französische Frank am 2. Januar an der Berliner Börse mit 535 und am 31. Januar mit etwa 2885 ℳ bewertet; demgegenüber wurden an der Züricher Börse am 2. Januar für 100 französische Franken 39,20 schweizerische Franken, am 31. Januar jedoch nur noch 32,40 schweizerische Franken bezahlt. An der Pariser Börse wurde der Dollar Anfang Januar mit 14,085 französischen Franken, am 31. Januar jedoch mit 16,89 Franken notiert.

Ferner sei erwähnt, daß für 100 polnische Mark in Berlin am 2. Januar 41 deutsche Mark, dagegen am 31. Januar 120 deutsche Mark gezahlt wurden, und daß an den gleichen Tagen der Wert von 100 österreichischen Kronen an der Berliner Börse mit 10,39 bzw. 66,30 ℳ notiert wurde. Gegenüber den Edelvaluten ist der Wert der österreichischen Krone im Laufe des Monats Januar ziemlich unverändert geblieben, mit anderen Worten, die Krone hat sich von ihrer bisherigen Abhängigkeit von der deutschen Mark freigemacht. Im Gegensatz hierzu ist der Wert der polnischen Mark auf dem Weltmarkt erheblich, wenn auch nicht im gleichen Ausmaß wie die deutsche Mark, gesunken. So wurden an der Londoner Börse für 1 £ Anfang Januar 80 000 polnische Mark gegenüber 32 500 deutsche Mark, am 20. Januar 120 bis 150 000 polnische Mark gegenüber 84 000 deutsche Mark gezahlt. Ende Januar war der Wert der deutschen Mark auf dem Weltmarkt unter den Wert der polnischen Mark gesunken; am 31. Januar wurde an der Londoner Börse 1 £ mit rd. 227 000 deutsche Mark, dagegen mit nur etwa 190 000 polnische Mark bewertet.

Die Teuerung. Auf die Preisgestaltung hat die Entwertung der Mark wieder überaus nachteilig eingewirkt. Die Postgebühren wurden mit Wirkung vom 15. Januar, die Personentarife der Reichsbahn am 1. Februar abermals um 100 vH erhöht. Der Preis für Ruhrfettförderkohle, der einschließlich Kohlen- und Umsatzsteuer vom 1. Dezember 1922 an 22 763 ℳ/t betragen hatte, wurde mit Wirkung vom 12. Januar an auf 38 044 ℳ/t und vom 1. Februar an auf 68 411 ℳ/t erhöht. Für Mitteldeutschland ergibt sich danach einschließlich Fracht ein Preis von rd. 100 000 ℳ/t für Ruhrfettförderkohle gegenüber einem Preis von etwa 150 000 ℳ/t in Hamburg für gleichwertige englische Kohle. Die Preise der übrigen Kohlensorten stiegen in dem gleichen Ausmaß. Die Entwicklung der Eisenpreise seit Ende Dezember wird durch nachstehende Angaben gekennzeichnet:

	24. bis 31. Dez. 1922	1. bis 15. Jan. 1923	16. bis 23. Jan. 1923	24. bis 31. Jan. 1923
Hämatit . . .	166 775 ℳ/t	196 700 ℳ/t	284 800 ℳ/t	384 900 ℳ/t

	20. Dez. 1922 bis 11. Jan. 1923	12. bis 16. Jan. 1923	17. bis 23. Jan. 1923	24. bis 30. Jan. 1923
Stabeisen . . .	270 000 ℳ/t	355 000 ℳ/t	406 000 ℳ/t	576 000 ℳ/t

Die Reichsbank hat den Diskont, der zuletzt am 13. November um 2 vH erhöht war, abermals um 2 vH gesteigert, so daß nunmehr der Wechseldiskont 12, der Lombardzinsfuß 13 vH beträgt. In der Sitzung des Zentralausschusses des Reichsbankdirektoriums, in der diese Erhöhung einstimmig beschlossen wurde, hat der Reichsbankpräsident darauf hingewiesen, daß die Erhöhung um 2 vH an sich nicht ausreiche, um die notwendigen Einschränkungen in der Inanspruchnahme der Bank herbeizuführen. Anderseits müsse von einer stärkeren Erhöhung abgesehen werden, um alles zu vermeiden, was die gesunde Produktionskraft und die Ernährung des Volkes zu erschweren geeignet sei.

Deutsch-Österreich. In Deutsch-Österreich hat in den letzten Wochen die Zeichnung auf die Notenbankaktien sowie auf eine im Zusammenhang mit der Gründung der Notenbank stehende innere Anleihe von 6 Mill. $ Goldschatzscheinen stattgefunden. Es ist dies ein Betrag, der einem Wert von 30 Mill. Goldkronen bzw. — bei einem seit Mitte November ziemlich stabilen Kurs von 70 000 Kr für einen Dollar — einem Wert von 420 Milliarden Papierkronen entspricht. Die Scheine der Anleihe lauten auf Dollar und sind auch in Dollar, und zwar zu 8 vH, verzinslich. Bei der Einzahlung wurden jedoch auch österreichische Kronen zu dem oben genannten Kurs angenommen; ebenso können die Zeichner bei der Rückzahlung die eingezahlte Kronensumme erhalten. Die Schatzscheine sind durch die Bruttoeinnahmen der Zölle und des Tabakmonopols sichergestellt, über welche die österreichische Regierung nur mit Genehmigung der zuständigen Völkerbundsdelegation verfügen darf. Um zum Zeichnen der Anleihe

Deutsche Konjunkturtafel.

Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. S. 47.

Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Letzte Werte:				
Ruhr-Fettstückkohle	vom 1. Februar an	90 474 ℳ/t	Kupfer . . . am 31. Januar	16 630 ℳ/kg
Stabeisen	vom 31. Januar an	860 000 ℳ/t	Baumwolle . am 31. Januar	33 224 ℳ/kg
Hämatit	vom 24. Januar an	384 900 ℳ/t	Dollar . . am 31. Januar	49 000 ℳ/$

Aktienkennzahl am 26. Januar 923 705.

reizen, wurde den Zeichnern weitgehende Steuerbegünstigung gewährt ihnen das Recht eingeräumt, später für je 40 $ gezeichnete Schatzeine eine ganze Aktie der neuen Notenbank im Nennwert von Goldkronen = 20 $ zu besonders günstigen Bedingungen zu been, indem nur ²/₅ in bar eingezahlt werden sollen, während der t durch entsprechende Kürzung der Rückzahlungssumme bei Fällig- der Schatzscheine zu decken ist. Angesichts dieser Vorrechte de in Bank- und Regierungskreisen eine Überzeichnung, zum minen aber eine volle Zeichnung der Anleihe erhofft. In Wirklichkeit es aber nur gelungen, einen Betrag von 4 Mill. $ aufzubringen. nso sind bisher noch keine Wege gefunden, um die geplante ausdische Anleihe von 80 Mill. Goldkronen (= 1120 Milliarden Papiernen) unterzubringen, welche über die ersten Monate des neuen res hinweghelfen sollte, nachdem der Regierung durch die Bestimgen des Völkerbundes und des hiermit in Zusammenhang stehen- Wiederaufbaugesetzes die Inanspruchnahme der Notenpresse unter- ist. Unter diesen Umständen erscheint eine weitere Verschlechte- der österreichischen Wirtschaftslage in nächster Zeit wahrschein-, zumal infolge des oben erwähnten Rückganges des Markwertes enüber der Krone der deutsche Wettbewerb immer empfindlicher bar wird[1]). Infolgedessen hat die Abwärtsbewegung der Preise, die e vorigen Jahres einsetzte[2]), bereits wieder ihren Stillstand erreicht.

D i e A u s s t a n d b e w e g u n g. Mehrfach war das deutsche Wirtschaftsleben im Laufe des Monats Januar infolge von Lohnstreitigkeiten von Ausstandgefahr bedroht. Doch konnten größere Ausstände, wie sie insbesondere von den Arbeitern der mitteldeutschen und der Berliner Metallindustrie bereits mit großer Mehrheit beschlossen waren, erfreulicherweise in letzter Stunde durch vermittelnde Schiedsprüche des Reichswirtschaftsministeriums vermieden werden. Die infolge der Besetzung des Ruhrgebietes ausgebrochenen zahlreichen Protestausstände müssen, auch wenn sie sich noch so verhängnisvoll für unsere Wirtschaft auswirken sollten, vom politischen Standpunkt aus begrüßt werden. Aus der ausländischen Ausstandbewegung ist vor allem zu erwähnen, daß zurzeit die W i e n e r M e t a l l i n d u s t r i e vor der Gefahr eines Lohnkampfes steht, da die Arbeitgeber angesichts der täglich ungünstiger werdenden Geschäftslage einen Lohnabbau um 15 vH beschlossen haben, den die Arbeiterverbände entschieden ablehnen. Ein Mitte Januar in Lodz ausgebrochener Ausstand der Textilarbeiter hat sich auf die übrigen Hauptorte der p o l n i s c h e n F a s e r s t o f f - i n d u s t r i e ausgedehnt und droht auch auf andere Industriezweige überzugreifen.

[1]) Z. 1922 S. 1107.
[2]) Z. 1923 S. 46.

BÜCHERSCHAU.

(Die Schlüsselzahl, mit der die angegebene Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 900).

Selbstkostenberechnung im Maschinenbau. Denkschrift des Vereins deutscher Maschinenbau-Anstalten. Berlin 1921, Verlag des Vereines deutscher Ingenieure. Preis 300 M.

Der Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten (VDMA) war einer der ersten Industrieverbände, die sich die Förderung richtiger Selbstkostenberechnung angelegen sein ließen. Schon 1906 bildete er einen Sonderausschuß für Selbstkostenberechnung und brachte als Ergebnis der Arbeiten dieses Ausschusses im Jahre 1908 eine von Bruinier bearbeitete Schrift „Selbstkostenberechnung für Maschinenfabriken"[1] heraus. Diese Schrift wendet sich in erster Linie an Einzelbetriebe. Inzwischen ist das Verbandswesen im Maschinenbau ausgebaut worden, und es sind eine große Zahl Fachverbände entstanden.

Die Saat, die der Verein im Jahre 1908 durch die Bruiniersche Schrift ausgestreut hat, ist reichlich aufgegangen. Während damals nur in einer geringen Anzahl von Werken für die richtige Selbstkostenermittlung volles Verständnis bestand, ist das Bewußtsein, daß das Wohl und Wehe des einzelnen Unternehmens und damit auch der gesamten Industrie auf einer richtigen Berechnung der Selbstkosten begründet ist, in weite Kreise der Industrie eingedrungen. Deshalb betrachten auch die Fachverbände es als eine ihrer wichtigsten Aufgaben, die Ermittlung richtiger Selbstkosten bei ihren Mitgliedern zu fördern und diese Kenntnis dauernd zu vertiefen. Um für die Arbeiten der Fachverbände eine einheitliche Grundlage zu schaffen, und um überhaupt Einheitlichkeit in den bisher auseinandergehenden Ansichten über die Grundsätze und Begriffe der Selbstkostenberechnung herbeizuführen, setzte der VDMA nach dem Krieg einen neuen Ausschuß ein, der das Ergebnis seiner Arbeiten in einer Denkschrift „Selbstkostenberechnung im Maschinenbau" (Berlin 1921, Verlag des Vereines deutscher Ingenieure, Preis 300 M., niederlegte. Diese Denkschrift ist nach langen, sehr eingehenden Besprechungen der an der Frage interessierten Fachleute einzelner Firmen und der Verbände und Wissenschaftler entstanden und durch dauernd wiederkehrende Vergleiche mit anderen Organisationen, die diese Frage auch in den Vordergrund ihrer Betrachtungen gestellt haben, in gemeinschaftlichen Erörterungen ausgearbeitet und abgeschliffen worden.

Der VDMA stand bei diesen Arbeiten in enger Verbindung mit dem Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung beim Verein deutscher Ingenieure, der ebenfalls seine Tätigkeit vorwiegend auf die Ermittlung der einer richtigen Selbstkostenberechnung zugrunde liegenden Gesetze eingestellt hat, und zwar im Hinblick auf die gesamte Industrie, während der VDMA sich naturgemäß auf den Maschinenbau beschränken konnte. Es ist sehr erfreulich, festzustellen, daß, wenn auch zunächst scheinbar stark voneinander abweichende Ansichten bestanden, diese Abweichungen beseitigt worden sind. Es können ja freilich unter Fachleuten diese Abweichungen der Ansichten eigentlich auch nur in der verschiedenen Auffassung und Betrachtung der gleichen Gesichtspunkte von verschiedenen Standpunkten aus bestehen, denn die Gesichtspunkte, die für die logische Selbstkostenermittlung gültig sind, sind natürlich für alle Industriezweige und jede gewerbliche Betätigung die gleichen. Leider aber ist festzustellen, daß gerade eine Einigung über viele Fragen deswegen nicht möglich war, weil die verschiedenen Stellen, die an die Frage herangehen, sich zunächst einmal über die Grundbegriffe nicht einigen konnten. Um so erfreulicher ist es, hier bestätigen zu können, daß diese Einigung erfolgt ist. Es ist so nun möglich, über gleiche Fragen mit den gleichen Begriffen und einander gleichenden Anschauungen zu sprechen. Diese Denkschrift will natürlich nicht die letzte Weisheit auf dem von ihr behandelten Gebiete geben. Den Männern, die an ihr gearbeitet haben, ist bekannt, daß in neuerer Zeit Gesichtspunkte aufgestellt worden sind, die die doppelte Buchführung — um es so zu bezeichnen —, d. h. die Einführung von „Geber"- und „Nehmer"-Konten, durch die ganze Betriebsrechnung hindurch durchgeführt sehen wollen. Fraglos wäre es das Ideal, diesen Gedanken restlos erfüllen zu können; es wäre dadurch ein sich vollständig selbst kontrollierendes System der Kostenverfolgung durch die ganze Betriebsrechnung gegeben, ein System, das in sich selbst die Prüfung der Richtigkeit der ermittelten Werte gibt. Wieweit dieses System in allen Betrieben, auch in den doch zum Teil sehr verwickelten Betrieben in der Maschinenindustrie, die sich nicht mit Massenherstellung befassen, durchführbar ist, muß erst die Zeit erweisen. Die Denkschrift durfte deshalb auf diese Fragen noch nicht eingehen, da sie ja ihren Lesern nur Fertiges und in der Praxis wirklich Erprobtes bringen will. Sie will nichts anderes sein als ein kurzgefaßter Leitfaden der Selbstkostenberechnung, der vor allem auf die Bedürfnisse und die Eigenart des Maschinenbaues Rücksicht nimmt.

[1] Berlin 1908, Julius Springer.

Gleichzeitig bringt sie ein Schema für die Vorkalkulation im Maschinenbau. Alle diejenigen Gesichtspunkte, die die Selbstkosten beeinflussen und in der Vorkalkulation Berücksichtigung finden müssen, sind in übersichtlicher Gliederung aufgeführt.

Die bisherige Aufnahme der Veröffentlichungen des VDMA läßt erhoffen, daß er auch mit dieser Denkschrift den richtigen Weg beschritten hat. Zahlreiche Verbände des Maschinenbaues haben begonnen, die Richtlinien des VDMA ihren Arbeiten zugrunde zu legen. Es wäre zu wünschen, daß auch von der übrigen Verbänden die einschlägigen Arbeiten möglichst bald in Angriff genommen würden, damit die Fabriken, die durch die gegenwärtige Scheinkonjunktur das Rechnen verlernt haben, und diejenigen, die es bisher überhaupt noch nicht gekonnt haben, für die schwierigen Zeiten, denen wir wohl sicher in allernächster Zeit entgegengehen, gerüstet sind. Uns allen ist ja klar, daß der Kampf, den wir zu führen haben durch die Lasten, die auf unserm Wirtschaftsleben ruhen und nun beginnen, sich auszuwirken, immer schwerer und schwerer werden wird, und nur derjenige, der sich seiner eigenen Hilfsmittel voll bewußt ist und weiß, wie stark er mit der Belastung seiner Kräfte gehen kann, wird in der Lage sein, diesen Kampf erfolgreich durchzuführen. [B 1481] F. Neuhaus.

Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Vor- und Facharbeiter, Heft 5: **Das Schleifen der Metalle.** Von Dr.-Ing. Berthold Buxbaum. Herausgeber Eugen Simon, Berlin 1921, Julius Springer.

Die Verfeinerung der Konstruktion im Maschinen- und Apparatebau machte es zur Bedingung, die Einzelteile mi[t] hoher Genauigkeit an Paßstellen zu bearbeiten. Während mi[t] den früheren Mitteln an der Drehbank oder mit dem Schabe[r] wohl auch unter Aufwendung großer Sorgfalt und langer Zei[t] einzelne Stellen von Werkstücken mit hoher Genauigkeit her[-] gestellt werden konnten, ist jedoch die heutige Fabrikatio[n] wegen des sich mehr und mehr steigernden Absatzes ge[-] zwungen, rationellere und noch feinere Arbeitsverfahren fü[r] die Stellen zu wählen, die infolge von Passungen große Ge[-] nauigkeit aufweisen müssen. Mit der Fertigung und der Ent[-] wicklung der Schleifscheiben hat man das Mittel in die Han[d] bekommen, die veralteten Arbeitsweisen auszuschalten, un[d] ist schon seit etwa 15 Jahren in der Entwicklung der Schleif[-] arbeit ein großes Stück vorwärtsgeschritten. Die Schleif[-] scheiben für runde Teile, das sogenannte Rundschleifen, habe[n] wohl der Schleiferei Bahn gebrochen. Hand in Hand dam[it] ging die Herstellung von Schleifscheiben für die verschie[-] densten Zwecke, so daß man heute sagen kann, daß die ein[-] schlägige Industrie für jeden Zweck passende Schleifscheibe[n] liefert. Neben dem Rundschleifen wurde das Plan- ode[r] Flächenschleifen dergestalt entwickelt, daß man jetzt gena[u] gerade Flächen und auch Stärkenmaße auf der Plan- od[er] Flächenschleifmaschine mit großer Genauigkeit herstellt. Nic[ht] unerwähnt darf die Schleifarbeit beim Schruppen auf de[m] rohen Material bleiben, seien es nun Guß- oder Schmiede[-] stücke, wobei allerdings die Konstruktion dieser Teile, v[or] allem die Ausbildung der zu schleifenden Fläche, den Bedi[n-] gungen, die solche Schleifarbeiten stellen, angepaßt werde[n] muß. Die Behandlung und richtige Auswahl der Schlei[f-] scheiben für eine bestimmte Arbeit erfordert große Kenntn[is] und Erfahrung auf diesem Gebiete, vor allem aber auch Kenn[t-] nis der Herstellung der verschiedenen Arten von Schleif[-] scheiben.

Es ist deshalb zu begrüßen, daß für den Mann in d[er] Werkstatt alles Bekannte und für das Schleifen der Metal[le] Grundlegende in einem Bändchen zusammengefaßt ist, wob[ei] trotz der Kürze alles gesagt ist, was der Leser über diese[n] Gegenstand wissen muß.

Im vorliegenden Buche hat der Verfasser das Nötige üb[er] die Arten und die Herstellung der Schleifscheiben, über d[ie] Schleifmaschinen und das Schleifen selbst gesagt. Er beto[nt] besonders, daß von großer Wichtigkeit die Starrheit der Ma[-] schine mit ihren Lagerungen ist, um einwandfreie, genau[e] saubere Arbeit bei geringstem Geldaufwand zu erzielen. [Es] wird ausführlich entwickelt, wie eine Schleifscheibe arbeit[et] und wie sie dementsprechend für die einzelnen Werkstof[fe] und Arbeiten beschaffen sein muß. Über die Behandlung d[er] Schleifscheiben, die Berechnung der Schleifzeiten sowie üb[er] einzelne Schleifverfahren findet der Betriebsmann gute Au[s-] kunft. Es dürfte sich empfehlen, in einer späteren Aufla[ge] auch über das Prüfen der Schleifscheiben zu berichten; d[ie] Versuche, die sehr häufig nötig sind, um die passende Schei[be] zu finden, könnten dann wesentlich eingeschränkt werden. D[as] Buch sollte jedem, der mit Schleifarbeiten zu tun hat, in d[ie] Hand gegeben werden. [B 1421] Bussien.

eilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu isseldorf. Herausgegeben von F. Wüst. 3. Band, 1. Heft. Düsselrf 1921, Verlag Stahleisen m. b. H.

Der vorliegende dritte Band der Mitteilungen aus dem Kaiserielm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf ist bereits Ende 1921 ienen, ist also den vorausgegangenen beiden Heften verhältnisg rasch gefolgt. Er enthält folgende Arbeiten:

1. Das Basset-Verfahren, von Fritz Wüst. Die it ist gewissermaßen eine gutachtliche Äußerung über das Verfahren Basset, schmiedbares Eisen auf unmittelbarem Wege unter Umng des Roheisens aus den Erzen zu gewinnen. Basset benutzt zur hführung seines Verfahrens einen Drehrohrofen. Der Verfasser führt piele dafür an, daß der Drehrohrofen bereits vor Basset zur Erung von Eisen und Stahl vorgeschlagen worden ist, und kommt dem Schluß, daß beim Basset-Verfahren ebensowenig eine volldige Ausnutzung der Erze zu erzielen ist, wie bei den zahlreichen er vorgeschlagenen Verfahren der unmittelbaren Darstellung des ns.

2. Mikroskopische Untersuchung der oolithien Braunjuraerze von Wasseralfingen in rttemberg mit besonderer Berücksichtigung Aufbereitungsmöglichkeit, von Franz Schneihöhn. Eine sehr schöne Arbeit, in der auch Vergleiche zwischen Wasseralfinger Erzen und andern oolithischen Eisenerzen angestellt len.

3. Über den Einfluß des Höhenunterschiedes l der Entfernung zwischen Generatoren und n im Martinbetriebe, von E. Maurer und Schrödter. Die Arbeit umfaßt 1. einen allgemeinen Teil über Energieinhalt des Generatorgases und die Bedeutung seiner physischen und chemischen Eigenschaften für die Regenerativfeuerung und inen experimentellen Teil über die Energiebilanz einer Gasleitung. Verfasser kommen zu dem Schluß, daß die Gasleitung zwischen erator und Martinofen zwecks Vermeidung von Druck- und Wärmeusten kurz und einfach sein soll; insbesondere sollen Richtungs- Querschnittsänderungen vermieden werden. Der durch den Höhenrschied verursachte Auftrieb ist nicht von entscheidendem Einauf die Betriebsverhältnisse.

4. Über das Sintern von Eisenerzen, von Kurd dell. Verfolgung des Sintervorganges an einigen Beispielen durch immung des spezifischen Gewichtes, durch Kornmessungen, insondere auch mittels Erhitzungsmikroskopes. Zu brauchbaren Erissen führte allein die Beobachtung der Schwindung und Porosität. e zeigen zunächst mit steigender Temperatur eine stetige Änderung zum Eintritt der Sinterung, die durch einen Knick in den Schauern gekennzeichnet ist. Bemerkenswert ist ferner die Feststellung Reaktionen im festen Zustand. Die Kalkferritbildung im binären em $CaO=Fe_2O_3$ beginnt schon bei etwa 600° C.

5. Die Atomanordnung des Eisens in austenitien Stählen, von Franz Wever. Die erste Arbeit röntgraphischer Art, die in den Mitteilungen des Instituts veröffentt ist. Das angewendete Prüfungsverfahren war das von Debye und rrer. Die Glühkathodenröhren hat sich der Verfasser selbst rekonert. Die Ergebnisse bestätigen die Untersuchungen von Hull Westgren, nach denen das α-Eisen ein kubisch-raumzentriertes Gitter einer Kantenlänge des Elementarwürfels von $2{,}85 \cdot 10^{-8}$ cm be-, während die Atomanordnung des γ-Eisens im homogenen Austenit m kubisch-flächenzentrierten Gitter entspricht.

6. Über Kaltwalzen und Ausglühen von Kupferk-Legierungen, von Fr. Körber und J. H. Wiead. Die Versuche wurden mit drei verschiedenen Legierungen, und r Messing 72/28, 63/37 und 60/40, ausgeführt und zerfallen in 2 Gruppen: influß des Kaltwalzens auf die ausgeglühten Legierungen und 2. Einder Wärmebehandlung auf die kaltgewalzten Legierungen. Wenn die Gesetze, denen die Materialien bei ihrer Verarbeitung, so entlich beim Kaltwalzen und Wiederglühen, unterliegen, zum Teil annt sind, so sind die Versuchsergebnisse doch sehr bemerkenswert, sie die ganze Frage ziemlich erschöpfend behandeln und weil die gestellten Beziehungen vorzügliche Vergleiche der verschiedenen erialien ermöglichen. Die Praxis wird solche verdienstvollen Darungen stets mit Freude und Anerkennung begrüßen.

Wie aus dieser gedrängten Übersicht hervorgeht, enthält der vorende dritte Band der Mitteilungen gleichwichtige und bemerkenste Aufsätze wie die bereits erschienenen ersten beiden Bände. Die ze Darstellungsart ist vorbildlich und gediegen, wie wir es von eren wissenschaftlichen Instituten von früher her gewohnt sind. Die tteilungen" werden bald einen unentbehrlichen Teil aller techhen und wissenschaftlichen Büchereien bilden.

[1493] Wetzel.

Werdegang der Entdeckungen und Erfindungen, Heft 1: **Die Anige der experimentellen Forschung und ihre Ausbreitung.** Von Dr. Dannemann. München und Berlin 1922, R. Oldenburg. 36 S. it 13 Abb.

gl. Heft 3: **Elektrische Strahlen und ihre Anwendung (Röntgentechik).** Von Dr. F. Fuchs. 35 S. mit 19 Abb.

gl. Heft 5: **Die Entwicklung der chemischen Großindustrie.** Von Dr. . Zart. 48 S. mit 10 Abb.

gl. Heft 9: **Die Entwicklung der Chemie zur Wissenschaft.** Von Dr. . Roth. 32 S. mit 6 Abb.

Von der neuen, von dem bekannten Historiker der Naturwissenaft Dr. F. Dannemann herausgegebenen Sammlung, die auf Anregung Deutschen Museums in München entstanden ist, sind zunächst als be der Vielseitigkeit die vorliegenden 4 Hefte aus verschiedenen Gebieten erschienen, die das Studium des Werdeganges der Wissenschaften und das Eindringen in die Arbeitsweise der großen Pfadfinder beleuchten. Vielfach ist auf die einzigartigen Sammlungen des Museums Bezug genommen, die durch Abbildungen dargestellt sind. Die Sammlung ist auf etwa 30 Hefte geplant, von denen jährlich 6 erscheinen sollen.

Die spezifische Wärme, die Verdampfungs- und Schmelzwärme der in der Feuerungstechnik verwendeten gas- und dampfförmigen, flüssigen und festen Körper. Von B. Ludwig. Herausgegeben von der Bayerischen Landeskohlenstelle. München 1922, Johs. Albert Mahr. 16 S. mit 5 Abb.

Materialienlehre mit einleitenden chemischen Grundbegriffen für Metallberufe. Von Dipl.-Ing. Ph. Linn. 3. Aufl. Stuttgart 1922, Holland & Josenhans. 63 S. mit 17 Abb. Preis Gz. 0,50 M.

Die Elektrometallöfen unter besonderer Berücksichtigung der Öfen zum Schmelzen von Kupfer und Kupferlegierungen. Von E. Fr. Ruß. München und Berlin 1922, R. Oldenbourg. 161 S. mit 123 Abb. und 23 Zahlentafeln. Gz. 7,50 M, geb. 9,30 M.

Die Eisenhütte. Von Ing. H. Hermanns. Technisches Kunst- und Unterrichtsblatt. Berlin-Pankow 1922, Selbstverlag des Verfassers. Preis im Dez. 1922 1500 M.

Sammlung deutscher Forschungsergebnisse 11. Bd.: **Die Verhinderung von Härterissen im Werkzeugstahl.** Von S. N. Brayshaw. Deutsch von H. von Jüptner. Leipzig 1922, Arthur Felix. 129 S. mit 44 Abb.

Kalk-Taschenbuch 1923. 1. Jahrg. Herausgegeben vom Verein Deutscher Kalkwerke E. V. Berlin 1922, Selbstverlag des Vereines. 54 S. Text und Kalender. Preis 150 M.

Seitdem der Kalk nicht nur für Bauzwecke in Betracht kommt, sondern auch als Düngestoff immer mehr Anerkennung findet, ist die Herausgabe eines besonderen Kalenders wohl berechtigt, dessen 1. Jahrgang über seine vielseitige Verwendungsmöglichkeit, Lieferung und Prüfung unterrichtet und zudem für den Landmann manch wichtigen Ratschlag enthält.

Zement-Kalender 1923. Von Baurat Dr.-Ing. Riepert, Charlottenburg 1922, Zementverlag G. m. b. H. 326 S. mit Abb. und Kalender. Preis 560 M.

Die physikalisch-technische Untersuchung keramischer Kaoline. Von Prof. Dr. J. Stark. Leipzig 1922, Johann Ambrosius Barth. 145 S. mit 40 Abb. Preis im Nov. 1922 840 M.

Jahrbuch der deutschen Braunkohlen-, Steinkohlen-, Kali- und Erz-Industrie 1922, 15. Jahrgang. Herausgegeben vom Deutschen Braunkohlen-Industrie-Verein, Halle a. S. Halle 1922, Wilhelm Knapp. 416 S. Preis Gz. 6 M.

Verzeichnis der im Deutschen Reiche gelegenen im Betriebe befindlichen Gruben, Werke und Fabriken der bezeichneten Industrien mit Angabe der Betriebsgrundlagen, Besitzer, Leiter, Beamten- und Arbeiterzahl, der deutschen Bergbehörden, Syndikate, Vereine und Knappschafts-Berufsgenossenschaften.

Der Mischgasbetrieb im Steinkohlengaswerk. Von R. Terhaerst und Dr. H. Trautwein. München 1922, Johs. Albert Mahr. 46 S.

Die Verfasser weisen die Vorteile des von ihnen auf dem Gaswerk Nürnberg seit langem durchgeführten Mischgasbetriebes an zahlreichen Rechnungen nach und besprechen eingehend die Vor- und Nachteile der Wassergasherstellung in der Retorte und im eignen Generator.

Das Gas im Haushalt. Von Dr.-Ing. Ph. Schumann. Herausgegeben von der Bayer. Landeskohlenstelle. München 1922, Johs. Albert Mahr. 25 S. mit 24 Abb.

Uhlands Ingenieur-Kalender 1923. 49. Jahrgang, bearb. von Obering. F. Wilcke. Leipzig 1922, Alfred Kröner. 1. Teil: Taschenbuch. 200 S. mit vielen Abb. und Kalender. 2. Teil: Für den Konstruktionstisch. 431 S. mit vielen Abb.

Wissenschaft und Hypothese Bd. XXV: **Über den Bildungswert der Mathematik.** Von W. Birkemeier. Leipzig und Berlin 1923, B. G. Teubner. 191 S. Preis im Januar geh. 2700 M, geb. 3000 M.

Der praktische Rechenhelfer. Von J. Fritzen. Stuttgart 1922, Franckhs Technischer Verlag, Dieck & Co. 101 S. mit Abb. und Tafeln. Preis im Januar 2000 M.

Anleitung zur Benutzung von Tabellen, Logarithmen und der bekanntesten Rechenschieber.

Haeders Hilfsbücher für Maschinenbau. **Des Technikers höhere Mathematik.** Von Dr. W. Haeder. Wiesbaden 1922, Otto Haeder. 400 S. mit 450 Abb.

Die Einführung in die Theorie und Praxis der höheren Mathematik (Achsenkreuzgeometrie, Differential- und Integralrechnung) umfaßt die eigentliche Differential- und Integralrechnung, während in dem Beiheft die für den Techniker nötigen Tabellen, Logarithmen, Zahlentafeln, Kurven und Formeln der niederen und höheren Mathematik zusammengestellt sind. Von besonderem Wert sind die zahlreichen Zahlenbeispiele.

Geschichte der Elementar-Mathematik in systematischer Darstellung. Von Dr. J. Tropfke. IV. Band: **Ebene Geometrie.** 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1923, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 238 S. mit 24 Abb. Preis Gz. 7,5 M.

Handbibliothek für Bauingenieure. Herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Prof. R. Otzen. I. Teil. Hilfswissenschaften. 1. Band: **Mathematik.** Von Prof. Dr. H. E. Timerding. Berlin 1922, Julius Springer. 242 S. mit 192 Abb. Preis Gz. 6,4 M.

Auf engstem Raume sind algebraische Analysis, analytische Geometrie, Trigonometrie, Differential- und Integralrechnung sowie Vektorenrechnung und die rechnerischen und zeichnerischen Verfahren der praktischen Analysis behandelt. Auf Einzelheiten und Begründungen konnte dabei nicht eingegangen werden, so daß das Buch nicht so sehr ein Lehrbuch für Anfänger als ein Nachschlagebuch für den Eingeweihten wird, das aber recht erwünscht und nützlich sein wird.

Schnellastwagen mit Riesenluftreifen. Versuche am 2 Tonnen-Schnelllastwagen der Daag Deutsche Last-Automobilfabrik A.-G., Düsseldorf-Ratingen, mit Riesenluftreifen der Continental Caoutchouc- und Guttapercha-Compagnie, Hannover, von Prof. Dr.-Ing. G. Becker. München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 44 S. mit 40 Abb. Preis Gz. 2,50 ℳ.

Die auf sehr gutem Papier gedruckte und mit vorzüglichen Abbildungen ausgestattete Schrift gibt den Inhalt des auf der diesjährigen Hauptversammlung der Automobil- und Flugtechnischen Gesellschaft gehaltenen Vortrages wieder, über den auf S. 112 ds. Jahrganges berichtet worden ist.

N. Bohr: Über die Quantentheorie der Linienspektren. Übersetzt Prof. P. Hertz. Braunschweig 1923, Friedr. Vieweg & S Akt.-Ges. 168 S. Preis Gz. 5 ℳ.

Entwerfen und Zeichnen von Hochbauten. Von Prof. Baldauf Dipl.-Ing. Pietzsch. 3. Aufl. Leipzig 1922, H. A. Ludwig Dege 82 S. mit 114 Abb. und 2 Tafeln. Preis Gz. 3,6 ℳ.

Lehrbuch des Tiefbaues. Von Esselborn. 6. bis 8. Aufl. 1. Ba Vermessungskunde, Erdbau, Stütz-, Futter-, Kai- und Staumau Grund-, Straßen-, Eisenbahn- und Tunnelbau. Bearb. von O. Egg H. Wegele, L. v. Willmann. Leipzig 1922, Wilhelm Engelmann. 83 mit 1475 Abb. Preis geh. Gz. 14, geb. 17,50 ℳ.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Ende des Eisenbetonschiffbaues.

Zu der in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure erschienenen Rundschaunotiz „Ende des Eisenbetonschiffbaues", die auf den Ausführungen des Herrn Regierungs- und Baurat Petzel im Zentralblatt der Bauverwaltung beruht, möchte ich folgendes bemerken:

Der amerikanische Betonschiffbau wurde aus Gründen aufgegeben, die nicht allein im Baustoff liegen. Es entspricht vielmehr dem Wesen der amerikanischen Industrie, ohne große Vorbereitungen an schwierige Objekte heranzugehen. So auch beim Betonschiffbau, wobei für den Kriegsbedarf Schiffe bis zu 8000 t Verdrängung gebaut wurden. Neben den immer noch betonten schlechten Erfahrungen sind auch gute bekannt. Das völlige Aufgeben dieser Industrie geschah in Amerika gleichzeitig mit dem Schließen einer großen Zahl von Eisen- und Holzschiffwerften.

Als Grund für das „Ende des deutschen Betonschiffbaues" werden in der genannten Rundschaunotiz Erfahrungen angegeben, die mit dem Betonschiff „K V" des Schleppamts Hannover gemacht sein sollen. Es ist dabei nicht gesagt worden, daß dieses Schiff eine vollkommen unsachgemäße Behandlung erfahren hat. „K V" ist auch nicht ganz gesunken, sondern nur zum Teil. Das Schiff war nach dem erlittenen Unfall innerhalb 24 Stunden wieder betriebsfähig und setzte seine Reise mit 500 t Kohlen fort. Die Beanspruchung beim Heben, wobei der Kahn Verdrehungen bis zu 45 cm aushielt, waren ganz außerordentlich. Schon allein hieraus ergibt sich die Folgerung, daß das Betonschiff dem Eisenschiff an Festigkeit mindestens ebenbürtig ist.

Dagegen wird zugegeben, daß das Eisenbetonschiff, dem Baustoff entsprechend, dem eisernen Schiff in der Stoßfestigkeit nicht gleichkommt, der einzige zurzeit noch bestehende Nachteil, dem aber schon mit Schutzmaßnahmen begegnet werden kann. In Fällen, wo das eiserne Schiff Beulen erhalten würde, bekommt das Betonschiff kurze Risse bzw. Löcher, die sich jedoch nur über ein Spantfeld erstrecken können. Ein vielleicht eintretender Schaden läßt sich aber leicht und schnell mit Bordmitteln wieder ausbessern, so daß das Betonschiff keiner weiteren Ausbesserung und längerer Werftliegezeit bedarf.

Die Hauptschwierigkeit im Eisenbetonschiffbau besteht zurzeit nicht im Material, sondern im Menschen. Es ist äußerst schwer, die konservativen Schiffer davon zu überzeugen, daß ein Betonschiff individuell behandelt werden muß. Ebenso wird selten daran gedacht, daß der Eisenbetonschiffbau noch in der Entwicklung steht und doch seine volle Berechtigung hat. Er ist dem Eisenschiffbau überlegen bei Fahrzeugen, die Stößen im allgemeinen nicht ausgesetzt sind, wie z. B. Pontons, Fähren und dergl. Ein Schwimmkörper aus Eisenbeton läßt sich bis zu 60 vH billiger herstellen, und die Unterhaltungskosten betragen etwa 1/6 der eisernen. Dieser Vorteil fällt besonders ins Gewicht bei Schwimmdocks, deren umständliches Abrosten und schwieriges Selbstdocken dadurch wegfällt.

Dipl.-Ing. A. Brune, Minden (Westf.)

Wir haben in den letzten Jahren verschiedentlich zu den Vor- und Nachteilen des Eisenbetonschiffbaues Stellung genommen, um unsere Leser auch auf diesem Gebiet auf dem Laufenden zu halten. Wir verstehen es durchaus, wenn die Mindener Werft, die im vergangenen Jahre nach unseren Erkundigungen die einzige deutsche Werft war, die den Eisenbetonschiffbau noch betrieb, für ihre Erzeugnisse voll und ganz eintritt. Anderseits können wir uns unser unparteiisches Urteil bei der Bewertung der Stoßfähigkeit nicht beeinträchtigen lassen. Der große Vorzug des Eisens, daß es bei örtlichen Beanspruchungen über die Elastizitätsgrenze hinaus zu fließen beginnt, wobei benachbarte Bauteile zum Tragen kommen, ist nach unserem Dafürhalten gerade für den Schiffbau von so ausschlaggebender Bedeutung, daß man nur im Notfall auf Beton als Baustoff für Schiffe zurückgreifen sollte.

[Z 1601] Die Schriftleitung.

Untersuchungen auf dem Gebiete der angewandten Hydrodynamik[1]).

Herr Professor Föttinger hatte in Z. 1922 S. 506 angeregt, die von Biel, Forschungsheft 44, zusammengestellten Reibungsversuche vom Standpunkt der Ähnlichkeitsmechanik aus erneut aufzutragen. Dazu wies Prof. v. Mises darauf hin, daß die von Föttinger geforderte Arbeit von ihm bereits seit längerer Zeit ausgeführt sei. Herr v. Mises hat alle ihm zugänglichen Rohrreibungsversuche in eine Gleichung zusammengefaßt, die in Z. 1922 S. 959 angegeben ist.

Auf diese Veröffentlichung hin hat uns nun der Geheime Baurat Herr H. Lang mitgeteilt, daß auch er schon seit 30 Jahren Versuche auf diesem Gebiet gesammelt und in empirischen Formeln zusammengefaßt hat. Die letzte seiner Formeln, für die Widerstandszahl λ der Formel für das Gefälle $J = \lambda v^2 : 2\,gd$), die in die 24. Auflage „Hütte" übergehen wird, lautet:

$$\lambda = \left\{\sqrt{\alpha \frac{v_B}{v}} + \sqrt{\frac{64\,\nu}{d\,v}}\right\}^2,$$ worin bedeutet:

v_B die von der untersten kritischen Geschwindigkeit v_k an rechnete Geschwindigkeit, also:

$v_B = v - v_k$,

$v_k = 32 \frac{64\,\nu}{d}$ nach Ermittlung Langs aus Versuchen von Da Iben, Reynolds, Blasius, Brabée, Lang.

$\nu = \frac{\eta\, g}{\gamma}$, η = Schubmodul, g = Fallbeschleunigung, γ = Dichte,

d = Rohrdurchmesser,

v = mittlere Strömgeschwindigkeit im Rohrquerschnitt;

$\alpha = 0{,}011$ die Widerstandzahl für wirbelförmiges Fließen,

$\alpha > 0{,}011$ einschließlich zusätzlichem Widerstand infolge rauher W dung. Nach Langs Ermittlung aus allen bisher veröffentlic Versuchsreihen wird mit seiner Formel, also im Gegensatz andern unabhängig von d:

$\alpha = 0{,}011$ bis 0,012 für neues gerades Rohr mit ganz glatter Innenfl und genau gleich bleibendem Durchmesser (Kupfer, Messing, Zink, Glas, lackierte oder asphaltierte Wandung);

$\alpha = 0{,}012$ bis 0,013 für neues glattes, nicht asphaltiertes schmiedeise Rohr ohne Querschnittänderung an den Verbindungsstellen;

$\alpha = 0{,}013$ bis 0,014 für neues, gewöhnliches schmiedeisernes Rohr, Gewindemuffen verbunden, auch für neues gußeisernes Flansc rohr;

$\alpha = 0{,}015$ für neues, glattes gußeisernes Muffenrohr, für geniet schmiedeisernes Rohr, für Holzrohr, aus Dauben hergestellt, neuen, innen gummierten Hanfschlauch;

$\alpha = 0{,}016$ bis 0,017 für gut gereinigtes gußeisernes, für glattes verzinktes schmiedeisernes oder neues Zementrohr;

$\alpha = 0{,}019$ für Rohr mit dünner Ansatzschicht oder für rauh verzin schmiedeisernes Rohr;

$\alpha = 0{,}023$ bis 0,030 für alten, innen gummierten Hanfschlauch, für flächlich gereinigtes Gußrohr;

$\alpha = 0{,}038$ bis 0,042 für nicht gummierten Hanfschlauch, für unr Gußrohr, jedoch noch ohne Verkrustung der Wandung;

$\alpha = 0{,}048$ für Wellblechrohr von Luftleitungen; starke Verkrustu führen zugleich zu Querschnittverminderungen, welche λ in fünften Potenz der verminderten Durchflußweite vergrößern, halb in solchen Fällen nicht mehr allein Rauhigkeit in F kommt. Versuchen von Iben an einem 305 mm weiten; 30 J alten Gußrohr für unfiltriertes Trinkwasser in Hamburg entsp ein $\alpha = 0{,}117$.

Obige Formel ergibt eine Gerade für $\sqrt{\lambda v}$ über der nach $\sqrt{v_B}$ teilten Abszisse und mit der positiven Durchgangsordinate $\sqrt{64 \cdot}$

Herr Lang bemerkt zu der Formel des Herrn v. Mises, Z. S. 959, daß nach seinen Erfahrungen das negative Glied, das negativen Durchgangsordinate für die Gerade $\lambda\sqrt{v}$ entsprechen w bei einwandfreien Versuchsreihen ausgeschlossen ist.

Da $\frac{\nu}{d\,v}$ sehr klein gegen $\sqrt{\frac{\nu}{d\,v}}$ ist, und da ferner im allgem für $d\,v > 0{,}05$ m²/s der Wert $\frac{v_B}{v} = 1$ gesetzt werden kann, so diesen Fall genau genug

$$\lambda = \alpha + 2\sqrt{\alpha \frac{64\,\nu}{d\,v}}$$

oder

$$\lambda\sqrt{v} = \alpha\sqrt{v} + 2\sqrt{\alpha \frac{64\,\nu}{d}},$$

das ist die Gleichung einer Geraden über der nach $\sqrt{v}$ geteilten Abs

Diese Formel ergibt bei glatten Rohren und 20° C für $2\sqrt{\alpha \cdot 64\,\nu}$ den Wert 0,0018, und damit die Formel $\lambda = \alpha + 0{,}0018 : \sqrt{v\,d}$ schon in der 19. Auflage der „Hütte" von 1905 angegeben ist. Formel stimmt mit Versuchsreihen noch überein, die bis zu vd : 1 000 000 ausgedehnt wurden. [Z 1561] W.

[1]) Vergl. Z. 1922 S. 506 und 959.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 7 SONNABEND, 17. FEBRUAR 1923 BD. 67

I N H A L T:

Die Ausgestaltung des inneren und äußeren Rayons der Stadt Köln.

Von Prof. Dr. Ing. e. h. Fritz Schumacher, Köln.

Einfluß des Festungscharakters auf die bauliche Entwicklung Kölns. — Sondergesetz von 1918 für die Umgestaltung des „Inneren Rayons." — Grundsätze für den neueren Bebauungsplan. Durchdringung der Stadt mit Grünanlagen. — Umgestaltung des „Äußeren Rayons."

Abb. 7. Platzgestaltung des Geschäftviertels am neuen Bahnhof.

I.

Die deutschen Großstädte haben im letzten Jahrzehnt wohl alle mehr oder minder deutlich erkennen müssen, daß sie Gefahr liefen, in der Masse ihres eigenen Mauerwerks zu ersticken, wenn sie nicht durchgreifende Gegenmaßregeln ·fen. Diese Gefahr war bei den Städten, die sich wie Köln unter n Zwang eines Festungsgürtels entwickeln mußten, besonders ·oß. Dieser halbrunde Gürtel engte die Stadt nicht nur an sich in ·er Bewegungsfreiheit ein, Köln ist vielmehr ein einprägsames ·spiel dafür, wie ein solcher Gürtel die ganze Entwicklung der ·dt in eine Form zwängt, die unter allen diejenige ist, die ·e Großstadt vermeiden sollte: die ringförmige Entwicklung.

Mit dem allmählichen Vorwärtsschieben des Festungsgürtels ·stand jeweils ein neuer Ring, der sich um den überfüllten Kern ·te, das heißt, es entstand ein neues Häuserbollwerk gegen das ·ie Land.

In Köln war die „Neustadt" ein erster solcher neuer Panzer·g, der die erstickende Altstadt nicht durch nennenswerte Grün·agen oder luftige Bebauung entlastete. Jenseits des an ihn ·ßenden „Inneren Rayons" legte sich in Form eines Kranzes ·wüst entwickelten Vorstädten ein weiterer gefährlicher Pan·ring. Einzig jener Raum des „Inneren Rayons" konnte durch ·ne Ausgestaltung die verhängnisvolle Entwicklung, die da·rch bedingt war, noch in gesunde Bahnen in einer Zone lenken, · mit der bestehenden Stadt wenigstens in einigem Zusammen·ng stand und so ihr Wesen zu beeinflussen vermochte.

Als um 1908 die Festungswerke dieses inneren Gürtels hin·sverlegt wurden in einen Ring „detachierter Forts", der sich ·einem Halbmesser von etwa 5 km um Kölns Zentrum ·umzieht, wurde dieser „Innere Rayon" für die Bebauung frei, und es entstand ein Bebauungsplan, der die Neustadt zwar dadurch wesentlich übertraf, daß hier die Bebauung luftig werden sollte im Sinn einer riesigen Villenzone, der aber den andern Mangel jenes Nachbarringes nicht aufhob: er zeigte keine zusammenhängenden Grünflächen, die den Tausenden von Gartenlosen wenigstens einen Spazierweg boten und einen Luftstrom an die inneren Häusermassen der Stadt herangeleitet hätten. So erhob sich die Gefahr, daß diese letzte Möglichkeit einer eingreifenden Gesundung des gefährdeten Stadtkörpers verpaßt wurde.

Das alles muß man sich klar machen, um zu verstehen, welche Bedeutung es hatte, als im Jahre 1918 Oberbürgermeister Adenauer beim Antritt seines Amtes ein Kölner Sondergesetz für diesen „Inneren Rayon" in der Nationalversammlung durchsetzte. Das Ziel war, an die Stelle des alten Bebauungsplanes einen neuen setzen zu können, in dem ohne besonderen Aufwand öffentlicher Mittel die notwendigen Grünanlagen vorgesehen werden konnten. Das war nur möglich, wenn man den in viele hundert Hände zersplitterten, willkürlich geformten Besitz nach Wunsch zusammenlegen und statt der bisher bei Umlegungen üblichen 35 vH nunmehr 50 vH des eingeworfenen Privatbesitzes für öffentliche Zwecke (Straßen und Grünanlagen) in Anspruch nehmen konnte. Das neue Gesetz gab diese Rechte, band sie aber an die Bedingung, daß durch die Künste des Bebauungsplanes das kleinere Stück Land, das jeder Einzelne behielt, ebensoviel wert sein mußte wie das größere, das er normalerweise behalten haben würde (50 vH statt 65 vH).

Dem städtebaulichen Gestalter war also auf der einen Seite ein ungewöhnlicher Spielraum des Gestaltens gegeben, unsichtbar aber banden ihn dabei schwere Fesseln. Er konnte nicht einem beliebigen wohnungspolitischen Idealismus nachgehen, er

stand unter dem Bann des Wertausgleiches. Die scheinbar freie Gestaltung und die unsichtbare Rechnung mußten genau gegeneinander aufgehen. Das ist die Besonderheit und die „Kunst“ dieses vielumstrittenen, aber selten ganz verstandenen Bebauungsplanes.

Es kann hier nur angedeutet werden, wie die vom Gesetz gestellte Forderung erreicht ist. Die sparsame Anordnung der Straßen und ein wirtschaftlicher Zuschnitt der Blöcke sind die wichtigsten Mittel. Nach der Bauordnung kann der Besitzer in von teilweise bebauten Straßenzügen, insbesondere in den Vororten, die zerschneidenden Trassen der zahlreichen Radialstraßen, die aus Kölns ringförmiger Anlage hervorgehen, endlich auch der Umstand, daß ein großer Kanalisationssammler im ringförmigen Zug der sog. Kanalstraße hier bereits vor vielen Jahren hergestellt wurde.

Es ist hier nicht der Ort, im einzelnen zu erörtern, wie mit diesen Elementen umgestaltend oder anpassend verfahren ist. Möchte ihr Zwang möglichst wenig mehr zu spüren sein!

Abb. 1.

diesem Gebiete teils 50 vH, teils 40 vH seines Grundes und Bodens bebauen. Da aus Gründen der Wohnungsreform alle Hinterflügelbauten ausgeschlossen sind, wird er dieses Recht nur voll ausnutzen können, wenn ihm der Städtebauer die Blöcke genau darauf zuschneidet. Je praktischer das geschieht, um so mehr wird man dem wirtschaftlichen Ziel der möglichst vorteilhaften Ausnutzung und zugleich dem sozialen Ziel der möglichst billigen Wohnung nahekommen. Der wohnungspolitische Idealismus erhält dadurch eine zwar beschränkte, aber ganz bestimmte Richtung.

Das dritte Mittel des Wertausgleiches ist die Erhöhung der Stockwerkzahl. Es ist das gröbste von ihnen, und das Ziel muß dahingehen, seine Anwendung durch die Wirksamkeit der anderen Mittel möglichst zu beschränken.

Abb. 2. Wohnhausanlage um eine Pachtgartengruppe.

Im vorliegenden Plane, Abb. 1, ist die erste Bauklasse (drei Obergeschosse) nur an den Ausfallstraßen und in dem Geschäftszentrum vorgesehen, das sich um die Aachener Straße herum im Anschluß an einen neuen Entlastungsbahnhof bilden wird. Ja, hier ist sogar an einzelnen, mit großem Vorbedacht ausgewählten Stellen eine Überschreitung der normalen größten Höhen unserer jetzigen Bauordnung geplant und erhofft, Abb. 2.

Innerhalb dieser Gesichtspunkte wirtschaftlicher Natur ist die formale Gestaltung des ganzen Gebietes vor sich gegangen, die sich mit manchen höchst unbequemen, vorhandenen Elementen abzufinden und sie zu überwinden hatte. Dahin gehören die seltsam verschlungenen Linien des Bahnkörpers, Ansätze

Bei der formalen Neugestaltung war das Ziel, den fortlaufenden Zug der Grünanlagen, der sich durch das ganze Gebiet hindurchzieht, so zu gliedern, daß trotz des Ineinanderfließens der einzelnen Teile doch räumliche Eindrücke entstehen, in denen die grünen Gebilde mit der rahmenden Architektur zu einer Einheit zusammenwachsen. Mit einem Wort, es schien nicht richtig, hier mitten in der Stadt das Grün in naturalistischer Behandlung auftreten zu lassen. Abgesehen davon, daß seine Ausmaße trotz ihrer Stattlichkeit für Naturwirkungen doch nicht ausreichen würden, scheint es mir ein grundsätzliches Erfordernis, an dieser Stelle des Stadtkörpers das Grün nicht als trennendes, sondern im Gegenteil als bindendes Element der beiden bisher auseinanderfallenden Stadtzonen zu behandeln. Das wird es aber nur, wenn es zu festen Räumen zusammengehalten wird, deren Form im wesentlichen durch regelmäßige Baumpflanzungen unterstrichen ist. So zeigt der Anlagenzug, wie der Plan erweist, eine Folge von Grüneindrücken, die formal durchgebildet und nur ab und zu durch dichtere hainartige Pflanzungen unterbrochen sind, Abb. 3 bis 7. Alle diese Gebilde sind als Nutzräume gedacht: große Volkswiesen, Spielplätze, Gruppen von Musterpachtgärten, dazwischen kleinere Gebilde, die als besondere Blumengärten oder als Kinder- und Mütter-Plätze ausgestaltet sind. Die großen Platzgruppen für den geregelten Sport sind von diesen dem Volksgebrauch dienenden Anlagen abgerückt auf die andere Seite der Kanalstraße, da ihr Betrieb leicht den Zusammenhang stören

könnte. Ein zum Park umgestaltetes Fort und ein großer mit wundervollen Bäumen bestandener ehemaliger Friedhof (Melaten) sind in den Grünzug hineinbezogen. Im Verhältnis zu den Straßen ist er so gelegt, daß Staub und Lärm der Verkehrsstraßen ihn nicht berühren; wo die Durchquerung der Axialstraßen unvermeidlich war, ist die Öffnung stets so weit wie möglich verengt.

An der Stelle, wo der neue Entlastungsbahnhof geplant ist — zwischen der Aachener und der verlegten Dürener Straße —, legt sich ein großes Wasserbecken in den Zug der Anlagen, Abb. 7. Es ist an zwei Seiten umgeben von den Säulenhallen, die sich an den säumenden Gebäuden entlangziehen; an den beiden anderen Seiten führen Terrassenanlagen zur Straße über. Inmitten des Geschäftsviertels, das sich hier entwickeln wird, erschien diese Lösung passender als grüne Plätze, weil sie die Baugruppen noch mehr zu einer großen Einheit zusammenfaßt und so den Mittelpunkt gibt, der in der ausgedehnten Anlagenentwicklung erwartet werden muß. Von hier führt ein westlich gerichteter Arm der Anlagen, der als breiter Kanal ausgebildet ist, zur einzigen bedeutenden Grünfläche, die Köln bisher besitzt, dem Stadtwald.

Damit vollendet sich ein neuer Promenadenzug für die Gartenlosen der inneren Stadt von etwa 7,5 km Länge.

Diese Grünanlagen sind nun im einzelnen mit öffentlichen Bauwerken mannigfacher Art in Beziehung gebracht worden. Das Gebiet wird gemäß seiner großen Ausdehnung 7 katholische und 2 protestantische Kirchen, sowie etwa 19 Schulen der verschiedensten Art umfassen. Dazu kommen andere der Allgemeinheit dienende Bauwerke, denn man muß sich klar machen, daß Köln nahe dem Herzen seines Lebens gar kein anderes Gebiet mehr besitzt, um öffentlichen Bedürfnissen irgendwelcher Art gerecht werden zu können. Es mußte deshalb Vorsorge getroffen werden, daß bei der Neueinteilung des Grundes und Bodens gelegentlich der Umlegung für die verschiedensten Zukunftsprogramme der Stadt Raum vorgesehen wird. Aber nicht nur das. Wollen wir gegenüber dem jetzigen ertötenden Eindruck unserer Großstadtarchitektur bessere Möglichkeiten vorbereiten, so müssen wir vor allem darauf sehen, daß die hervortretenden öffentlichen Bauwerke nicht irgendwo, wo gerade Raum ist, zwischen den Privatgebäuden auftauchen, sondern sich nach vorbedachten, organisch entwickelten Rhythmen ihrer neutralen Umgebung einordnen; bald zusammengefaßt zu Gruppen, bald als Einzelerscheinung das Gleichmaß der Wohnhäuser durchbrechend (Abb. 6). Es war also eine wichtige Aufgabe, die Bauplätze für zahlreiche öffentliche Bauten richtig in das Gefüge des großen Planes einzusetzen, und das war natürlich nur möglich, wenn der Architekt sie ganz durchdachte, um aus den Grundzügen des Bedürfnisses Maße und Massenbeziehungen zu gewinnen, die er künstlerisch verankern kann. Etwas ganz Ähnliches gilt von den Privatbauten, denn wenn man bei einem neu aufgeteilten Grundstück, ehe es im Grundbuch festgelegt wird, den Beweis seiner bestimmten Wertigkeit führen muß, ist es natürlich erforderlich, den Beweis für Art und Grad seiner Bebaubarkeit zu liefern. Mit einem Worte, dieses neuartige Riesenunternehmen einer gewaltigen Umlegung macht es für den Städtebauer nötig, eine ganze riesige Stadt gleichsam auf Generalprobe so durchzuarbeiten, als ob er sie selber bauen wollte. Diese ungeheure gestaltende Vorarbeit gibt erst die Grundlage zu einer Neuaufteilung des weiten Bezirkes, die man der Zukunft gegenüber verantworten kann, und die Möglichkeit, den vom Gesetz verlangten Wertausgleich praktisch zu erweisen und damit das bodenpolitische Ziel der kostenlosen Abtretung von 50 vH zu erreichen.

Abb. 3. Wohnhauskolonie um eine Volkswiese.

Der Niederschlag dieser Arbeit in einem großen Modell ist also nicht etwa ein künstlerischer Luxus oder eine Tat der Propaganda, sondern ein notwendiges Mittel, um die Zukunft dieses verantwortungsreichen Gebietes in die Entwicklungslinien einer klareren Ordnung zu bringen, als wir sie bisher für unsere modernen Großstädte erreicht haben.

Diese Architektur soll die bauliche Einzelgestaltung der Zukunft natürlich keineswegs binden. Sie soll ihr nur gesunde und brauchbare Bauplätze bereiten, und es sollen gewisse baupolizeiliche Bestimmungen für die Massengestaltung daraus gezogen werden, die den Zusammenklang künftiger Einzelarbeit zu harmonischem Gefüge verbürgen.

Abb. 4. Blick nach Süden über das neue Gebiet

Vielleicht liegt in dieser bodenpolitischen Vorarbeit auch der einzige Weg zu einer künstlerischen Reform der Großstadt.

II.

Das Grünsystem von 7,5 km Länge, von dessen Entwicklung wir im Vorangehenden gesprochen haben, greift, wie schon gesagt, aus bis zum Stadtwald. Dieser aber greift mit seiner oberen Hälfte wiederum in den Ring des äußeren Rayons, der sich um die Stadt legt (vgl. Abb. 8). So steht die Frage der Gestaltung des inneren Rayons in unmittelbarem Zusammenhang mit der des äußeren. Als 1918 die Festungsbeschränkungen dieses Gebietes fielen, bedeutete das nicht etwa nur die langersehnte Freiheit für die Bewegung der Stadt, sondern zunächst bedeutete es etwas ganz anderes, nämlich eine neue große

Abb. 5. Spielwiese mit Hainanlage.

Gefahr. Dieses ganze Gebiet von etwa 40 km Länge und 1 km Breite wurde damit Bauland. Ein neuer Häuserring konnte sich von hier aus um die erstickende Stadt legen.

Es war ein Schicksalsaugenblick, den ein schneller Entschluß von Gefahr zu Segen machen mußte. Das geschah: Die Stadtverordneten folgten dem Vorschlag des Oberbürgermeisters, dieses ganze Gebiet als Grüngürtel zu erklären. Die feste Unterlage für die Durchführung dieses Beschlusses gab erst später das sogenannte „Rayongesetz", das den Städten unter bestimmten sehr wichtigen, hier aber nicht näher zu erörternden Bedingungen das Recht der Enteignung für das gesamte ehemalige Rayongebiet gab, und zwar zum Preise vom August 1914 oder durch Landaustausch.

Aber selbst auf dieser überaus günstigen Grundlage würde die Schaffung eines solchen gewaltigen Grüngürtels wohl kaum durchführbar sein, wenn man sich nicht klar machte, daß das Ziel schrittweise erreicht werden konnte, und daß für den ersten entscheidenden Schritt ganz eigentümliche und höchst wichtige Vorbedingungen vorlagen.

Dieses äußere Rayongebiet besteht fast ganz aus Ackerland, einige Wiesen liegen dazwischen. Außer zwei kleinen Ackerdörfern, Bocklemünd und Mengenich, sind nur einige alte Höfe als Siedlungsstätten zu sehen. Gerade in gegenwärtiger Zeit würde es volkswirtschaftlich ganz unmöglich sein, dies ganze Gebiet seiner ackermäßigen Benutzung zu entziehen, und man würde vielleicht in rechter Verlegenheit sein, wo die Durchführung des Gedankens denn eigentlich ansetzen könnte, wenn man sich nicht vergegenwärtigte, daß in dem Gebiet neben diesen nützlich beanspruchten Bodenflächen auch solche liegen, die zurzeit zu garnichts nütze sind, die Stätten der zerstörten Festungswerke, die wie eine kaum durchbrochene Kette den ganzen Geländering durchziehen. Diese Flecken sind nicht nur zu nichts nütze, sie sind weit weniger, denn es sind wüste Trümmerhaufen, die allem rings umher den Eindruck blühenden Lebens rauben. An diese Stätten knüpft die praktische Politik des äußeren Rayons an. Die Stadt betreibt die Übernahme dieser Gebiete aus dem Besitz des Reiches, sie hat, ehe die Sprengung begann, Pläne aufgestellt, wie diese Zerstörung so gemacht werden könnte, daß sie die spätere Umgestaltung dieser Flecke zu brauchbaren Anlagen begünstigte. Wenn das bei den Verhandlungen mit den interalliierten Stellen auch nur zum kleinen Teil zu den Ergebnissen führte, die man eigentlich wünschen mußte, so blieb doch schließlich trotz des unhemmbaren maßlosen Zerstörungswillens der Sieger eine Vereinbarung zurück, die für die Absichten der Stadt eine gewisse Unterlage bietet. Gartendirektor Encke ist gegenwärtig damit beschäftigt, aus den Trümmerstätten Volkswiesen, Spiel- und Sportplätze, Waldschulen, Luftbäder und dergleichen mehr zu machen, so daß ein Kranz sozialer Grünanlagen gleichsam aus dem Nichts um Köln herum als neuer Gürtel entsteht, Abb. 9 und 10. Man braucht sich diese umgestalteten Forts und Zwischenwerke nur verbunden zu denken durch Obstalleen, die sich zwischen den Feldern hindurch von Platz zu Platz ziehen, und der erste Schritt zum beabsichtigten Ziel — die Schaffung eines prächtigen Promenadenweges ist verhältnismäßig mühelos erreicht. Er ist auf dieser von der Natur in Kölns unmittelbarer Nähe stiefmütterlich bedachten linken Rheinseite (im Gegensatz zur wälderreichen rechten Seite) bitter nötig, denn es gibt hier kein Ziel für denjenigen, der sich aus der Stadt heraussehnt. Im übrigen kann einstweilen die fortschreitende Enteignung des Rayons so vor sich gehen, daß man ihre Wirkungen äußerlich, d. h. bezüglich der Nutzung des Bodens, kaum bemerkt. Teils kann das enteignete Land dem jetzigen Inhaber als Pächter zum bisherigen Gebrauch überwiesen bleiben, teils kann ein Austausch mit dem Grundbesitz der Stadt vor sich gehen, der gerade in den an den Rayon grenzenden Gegenden recht groß ist. Bei allen kleinen Ackerbetrieben bis zu 2 ha ist ein solcher Austausch eine der Forderungen des Gesetzes. Die Stadt, die innerhalb des Rayons einige größere Höfe besitzt, wirtschaftet dann, solange sie mag, auf den ausgetauschten Feldern selber weiter.

Abb. 6. Gruppe wissenschaftlicher Bauten um zwei Spielplätze.

Abb. 8. Schema des neuen Grünsystems der Stadt Köln.

Es ist selbstverständlich, daß bei einer so riesigen Grundstückverschiebung auch sehr schwierige Fälle eintreten, aber diese grundsätzlichen Erwägungen zeigen doch, daß dem ersten Schritt zum gesteckten Ziel keine grundsätzlichen Unmöglichkeiten entgegenstehen.

Im Lauf der Zeit wird man dem ersten Schritt, wenigstens in gewissen Bezirken, einen zweiten folgen lassen müssen. Dieser Grüngürtel hat für die Zukunft der Stadt nicht nur die Aufgabe einer Promenade, sondern zugleich auch diejenige eines grünen Schutzwalles gegen die Wirkungen der vom Westen immer näher

heranrückenden Braunkohlenindustrie zu erfüllen. Die Stadt muß rechtzeitig Vorsorge dagegen treffen, daß sie nicht den Dünsten, die die Westwinde von hier über sie hintragen, schutzlos gegenübersteht. Nur durch die Bewaldung entsprechender Teile des Rayongürtels wird das zu erreichen sein. Der Grüngürtel dient also in doppeltem Sinn dem Kampf für eine gesunde Belüftung der gefährdeten Stadt.

Betrachtet man diese ganze Rayonpolitik Kölns im Zusammenhange, so sieht man, daß durch die geschilderte Behandlung der beiden Rayonringe ein großes zusammenhängendes Belüftungssystem in die immer bedrohlicher sich zusammenschiebenden Häusermassen eingebaut wird. Es ist vorgesehen, die beiden Ringe noch durch weitere radiale Grünstreifen miteinander in Verbindung zu bringen, so daß eine noch stärkere Durchdringung des Wohnkörpers erzielt wird. Das Schema des ganzen in der Entwickelung begriffenen Systems ist in Abb. 8 dargestellt. Es ist geplant, den inneren Rand des äußeren Rayongürtels in kleine Pachtgärten aufzuteilen, so daß deren Gruppen sich möglichst unmittelbar mit der Ausgestaltung der Wohnungskolonien verbinden, in die die Stadt ausklingt. Dann folgt jenseits der Militärringstraße, die das ganze Grüngebiet durchzieht, die Zone der Sport- und Spielplätze, und nach außen klingt die Behandlung aus teils in landschaftliche, teils in landwirtschaftliche Anlagen. Die beiden Rayongebiete werden also bewußt in ganz verschiedenem, typischem Charakter behandelt.

Abb. 9. Ausklang der Stadt, anschließend an ein umgestaltetes Fort, äußerer Rayon (rechtsrheinisch).

Abb. 10. Umgestaltung eines Forts mit Sportplätzen und Uebergang zur Bebauung.

Man sieht, die Stadt Köln hat den Schicksalsaugenblick, der sich ihr durch die Aufhebung ihrer Rayons bot, nicht ungenutzt gelassen. Sie weiß, daß ein solcher Wendepunkt in einer Stadt nur sehr selten eintritt, und daß nur der in solchem Augenblick seinem Schicksal gewachsen ist, der ungesäumt zupackt.

Das Unternehmen, das sich aus dieser Zielsetzung ergibt, ist bodenpolitisch wohl eines der größten, das jemals angefaßt ist. Umlegungen und Enteignungen von einem solchen Ausmaß sind bisher in einer modernen Stadt wohl noch nicht zur Durchführung gebracht worden.

Gelingt das große Werk, so ist damit ein praktisches Stück Bodenreform erreicht, das über die Zukunftsfragen der Stadt selbst hinaus seine Bedeutung haben wird. [1413]

Schlachtschiff, Unterseeboot, Luftfahrzeug.

Von Ober-Marinebaurat W. Laudahn, Berlin.

Aus Brasseys Marine-Jahrbuch 1921/22.

(Schluß von Seite 134)

e) **Luftangriffe.** Luftangriffe auf Schiffe können mit dreierlei Mitteln durchgeführt werden: erstens mit Torpedos, die wagerecht aus niedriger Höhe, zweitens mit Bomben, die senkrecht aus großer Höhe abgeworfen werden, und drittens mit Geschossen, die mit verhältnismäßig geringer Geschwindigkeit aus nichtrückstoßenden Geschützrohren aus beträchtlicher Höhe abgeschossen werden. Wahrscheinlich wird sich die Flotte der Zukunft für Angriffzwecke mit Torpedoflugzeugen begnügen, die in Mutterschiffen mitgeführt werden. Diese Flugzeuge werden vor allem hohe Geschwindigkeit brauchen, und es wird darauf ankommen, daß sie noch vor dem Zusammenstoß der feindlichen Flotten möglichst viele Schiffe des Gegners versenken oder kampfunfähig machen. Sie werden zweckmäßig ein 53,3-cm-Torpedo mit 220 km/h bis zu 370 km Entfernung tragen können, und dieser Torpedo muß auf Entfernungen bis zu etwa 1,8 km treffsicher abgeworfen werden können. Ein derartiges Flugzeug ist schon heute ohne Schwierigkeit herstellbar. Die Verteidigungsmittel dagegen sind: Gegenangriff durch Flugzeuge, Herstellung einer Granatenwand durch die Flugzeugabwehrgeschütze, einer Wasserwand, die durch die Breitseitgeschütze aufgeworfen wird, Panzer, Torpedonetze und sonstige Mittel dieser Art.

Nach den vorstehenden Erörterungen bedarf eine moderne Schlachtflotte durchaus mehrerer Flugzeugmutterschiffe, die ein glattes Flugdeck von wenigstens 180 m Länge und 30 m Breite haben und so gebaut sein müssen, daß das landende Flugzeug nicht durch Luftwirbel, die z. B. von Schornsteinen, Aufbauten u. dergl. verursacht sein können, gestört wird. Durch Bremsvorrichtungen läßt sich der Auslauf bei der Landung abkürzen; da aber ein Mutterschiff mindestens 20 Flugzeuge aufzunehmen imstande sein und hohe Geschwindigkeit sowie großen Brennstoffvorrat haben muß, überdies sehr leicht in die Lage kommen kann, sich gegen Kleine Kreuzer und Zerstörer verteidigen zu müssen, so werden die Flugzeugmutterschiffe recht erhebliche Abmessungen brauchen. Eine Flotte muß mit wenigstens drei solcher Schiffe ausgerüstet sein: eines für Kampfflugzeuge, eines für Flugzeuge zur Aufklärung und solche für Unterseebootabwehr, das dritte endlich für Torpedoflugzeuge. Ohne eine derartige Scheidung der einzelnen Arten ist im Ernstfalle Verwirrung unvermeidlich. Liegt die Flotte vor Anker, so ist Fernaufklärung durch Luftschiffe und große Flugzeuge bzw. Flugboote von den Küstenstützpunkten aus am Platze. Die Aufklärungsflugzeuge der Flotte werden dabei auf Unterseeboote fahnden, und leichte Kampfflieger werden auf Wache gehen, um Luftangriffen des Gegners rechtzeitig entgegentreten zu können. In See werden die zur Flotte gehörigen Erkundungsflugzeuge vor allem feindwärts aufklären. Sobald feindliche Schiffsgeschwader festgestellt und in den Flugzeugbereich gekommen sind, wird man die Torpedoflugzeuge zum Angriff ansetzen, und zwar immer von neuem, bis entweder das Gefecht beendigt ist oder alle Flugzeuge kampfunfähig geworden sind. Gleichzeitig werden die Kampffliegerformationen zur Abwehr feindlicher Luftangriffe aufsteigen und feindwärts vorausfliegen, während die Artilleriebeobachter sich dicht oberhalb ihrer Flotte zu halten haben. Während der Schlacht selbst wird die Lufttätigkeit sehr rege sein. Den Fernaufklärungsflugzeugen fällt dabei die Sicherung der rückwärtigen Verbindungen als wichtige Aufgabe zu. Sehr wichtig ist bei alledem der drahtlose Verkehr für Nachrichten und Befehle.

Für den Überseehandel im Kriege bedeutet das Torpedoflugzeug eine viel größere Gefahr als das Unterseeboot. Soweit der Handelschiffverkehr nicht im Bereiche der Küstenstützpunkte des Gegners liegt, kann er von dessen Flugzeugmutterschiffen aus bedroht werden, zu deren Bekämpfung schnelle Kreuzer, Unterseeboote oder am besten gleichfalls Flugzeugmutterschiffe nötig sind.

Witterungseinflüsse werden mit der Verbesserung des Luftfahrtwesens künftig wohl in demselben Maße ausgeschaltet werden können, wie das bei Seeschiffen der Fall ist; schlechtes Licht beeinträchtigt diese mehr als Luftfahrzeuge.

Welchen Einfluß hat nun die steigende Verwendung der Luftwaffen auf die Seekriegführung? Nach Ansicht des Generalmajors Brancker sind hier folgende Punkte zu beachten: 1. Ein erheblicher Teil der jetzt noch nötigen Aufklärungsschiffe kann fortfallen; 2. Nachrichten über den Feind werden wesentlich genauer und zuverlässiger werden; das gibt dem Führer der stärkeren Flotte größere Angriffmöglichkeiten, dem der schwächeren dafür die Möglichkeit, sich dem feindlichen Angriffe zu entziehen; 3. Wenn beide Flottenchefs kämpfen wollen, wird es schneller zur Schlacht kommen; in ihr ist mit größeren Schiffsverlusten als bisher zu rechnen. Die Möglichkeiten des Luftangriffs, dessen Wirksamkeit freilich heute noch zu den unsicheren Faktoren zählt, bedrohen künftig das Leben des Großkampfschiffs in hohem Maße. 4. Überlegenheit in der Luft gleicht manche Schwäche im Kriegschiffbestande aus.

Ist damit das Zusammenwirken zwischen Luftwaffe und Flotte erörtert, so bleibt nun noch die selbständige Tätigkeit der ersteren zu besprechen übrig, die sich im wesentlichen auf die Zerstörung lebenswichtiger Anlagen des Feindes auf See oder an Land erstrecken wird. Geeignete Objekte hierfür sind der Regierungssitz des Feindes, seine großen Eisenbahnzentren, seine wichtigsten Fabriken, Industriebezirke, Lagerhäuser, Waffenmagazine, seine Luft- und Seestützpunkte, seine Werften und Dockanlagen und insbesondere auch seine Flotte. Im Weltkrieg ist die Erfahrung auf diesem Gebiete nicht sehr groß gewesen. Zu nennen sind die Angriffe der deutschen Zeppeline und Riesenflugzeuge und die alliierten Angriffe auf das Rheintal, die allerdings, kaum begonnen, durch den Waffenstillstand ihr Ende fanden. Sie wirkten mehr durch Beunruhigung, Verkehrstörung usw. als durch wirkliche Erfolge in der Zerstörung.

Die weitere Entwicklung des Flugzeuges wird die im Kriege gezeigten Mängel beseitigen. Über die Witterungseinflüsse wurde schon gesprochen. Heute kann man ohne weiteres ein Flugzeug herstellen, das 1-t-Bomben mit 180 km/h Geschwindigkeit 1800 km weit trägt; in wenigen Jahren kann man zweifellos Flugzeuge bauen, die 5 t-Explosivstoffe mit 220 km/h 3600 km weit zu befördern oder aber 30 Stunden lang mit gleicher Belastung und mäßiger Geschwindigkeit zu kreuzen imstande sind. Verbesserte Kompasse, drahtlose Telegraphie, Sonderapparate verschiedenster Art werden künftig die Luftfahrt genau so sicher und unabhängig machen, wie das bei der Seefahrt der Fall ist.

Angriffe auf Stützpunkte u. dergl. werden künftig auf drei Arten erfolgen können: 1. durch Bombenabwurf aus großer Höhe, 2. durch Artilleriefeuer aus beträchtlicher Höhe und Entfernung unter Benutzung rückstoßfreier Geschützrohre, 3. durch Abwurf von Torpedos oder Wasserbomben aus geringer Höhe. Der Bombenabwurf wird nur auf große Ziele wie Werftanlagen, Fabriken usw. genügend wirksam sein. Geschützfeuer hat den Vorteil größerer Treffsicherheit, ohne daß sich das Flugzeug den gegnerischen Abwehrkanonen auszusetzen braucht. Die größten Schwierigkeiten wird das dritte Verfahren bieten, aber es ist zurzeit noch das zuverlässigste beim Angriff auf Schiffe. Die Treffsicherheit ist dabei derjenigen des Unterseebootes bestimmt überlegen, wahrscheinlich aber auch besser als die eines Oberflächenschiffes, da die Plattform ruhiger und die Sicht besser ist als bei diesem.

Die Verteidigungsmaßnahmen gegen solche Angriffe lassen sich auch wieder in drei Gruppen teilen: Netz, Unterwasserschutz und Panzer, Geschützfeuer und Kampfflugzeuge. Die als „Wulstkonstruktion" entwickelte Art des Unterwasserschutzes ist angeblich sehr wirksam, selbst wenn das betreffende Schiff zwei Torpedotreffer erhalten hat; drei Torpedotreffer können schon verhängnisvoll werden. Gegen Bombenwürfe von oben könnte man natürlich an starke Panzerung des Oberdecks denken, wodurch aber die Verdrängung und die Abmessungen des Schiffes beträchtlich wachsen. Verbesserungen in den Verteidigungsmaßnahmen werden in Zukunft Gewicht und Leistung der angreifenden Luftfahrzeuge steigern; sie werden aber diese Angriffe zu unterdrücken nicht imstande sein. Im übrigen werden auch Verbesserungen in der Luftwaffe deren Wirksamkeit erhöhen. Die Möglichkeit, auf Flugzeugen Geschütze zu verwenden, scheint heute schon gegeben, und wenn es gelingt, Torpedos treffsicher aus größeren Höhen als bisher zu lanzieren, so wird die Bedeutung des Torpedoflugzeuges dadurch sehr stark vergrößert werden.

Eine andere Angrifform ist die, Rauchbomben an der Luvseite des anzugreifenden Schiffes abzuwerfen und den Torpedo dann unter dem Schutze des so geschaffenen Nebels abzuschießen. Da die Mastspitzen des Schiffes im allgemeinen sichtbar bleiben dürften, so wird damit die Zielsicherheit des Flugzeuges kaum beeinträchtigt. Gegen solchen Angriff kann sich das Schiff kaum schützen, trotz aller Verbesserungen, die in bezug auf Verteidigungsmittel künftig zu erwarten sind. Das einzige Mittel, dem man Bedeutung beimessen kann, ist noch die aktive Form der Verteidigung, nämlich der Gegenangriff durch eigene Flugzeuge. Wirklich wirksam kann sie nur sein, wenn auch die Angriffwaffen dieser Kampfflugzeuge und somit ihre Abmessungen wachsen; dem widerspricht die Notwendigkeit, sie auf Mutterschiffen und auf den Schlachtschiffen selbst mitzuführen. Man kommt also darauf, daß auch die Kampfflugzeuge große, mit großem Brennstoffvorrat versehene Maschinen werden müssen, die nur von Küstenstützpunkten aus operieren können; das „Schlachtschiff der Luft" ist damit geschaffen, seine Notwendigkeit begründet. Trotz allem aber wird ein ernster, zweckmäßig angesetzter und energisch durchgeführter Luftangriff wohl stets sein Ziel erreichen.

Würden sich durch diese Entwicklung der Luftwaffen die Aufgaben der Flotte verändern?

Heute liegen der Großen Flotte folgende Pflichten ob: Sie soll die englischen Küsten vor feindlichem Einfall und den Überseehandel vor Störung und Vernichtung schützen; sie soll eigene Truppentransporte ungefährdet an ihr Ziel bringen und den Seehandel des Feindes zerstören. Die Große Flotte hat im vergangenen Weltkrieg alle diese Pflichten erfüllt, wenn auch zu gewissen Zeiten die deutschen Unterseeboote nahe daran waren, die englische Handelschiffahrt lahmzulegen. Man behauptet, daß die Deutschen, wenn sie gleich bei Kriegsbeginn den Unterseebootkrieg rühriger betrieben hätten, trotz aller britischen Seeüberlegenheit England auf die Knie gezwungen hätten. Die deutsche Flotte dagegen hat keine der oben aufgezählten Aufgaben erfüllt, infolgedessen wurde Deutschland geschlagen.

Wenn man nun einmal eine ganz ähnliche Lage wie 1914 annimmt, nur mit dem Unterschiede, daß beide Parteien über moderne Luftstreitkräfte verfügen, wobei aber Deutschland in der Luft die Überlegenheit hätte, könnte die Große Flotte dann vernichtende Luftangriffe auf englische Städte und Anlagen verhindern? Nein. Könnte sie den englischen Seehandel genügend schützen? Nur, soweit er sich außerhalb des feindlichen Flugbereichs betätigt. Könnten die englischen Truppentransporte ungefährdet den Kanal überqueren? Nein. Könnte die Flotte den deutschen Seehandel ausschalten? Ja, aber nur infolge der geographischen Lage, die für Deutschland sehr ungünstig ist. Nur einer der vorstehend genannten Pflichten könnte also die englische Flotte im vollen Umfange, einer zweiten teilweise gerecht werden, und es ist zweifelhaft, ob sie unter diesen Umständen die Seeherrschaft aufrecht erhalten könnte. Jedenfalls würde sie sicherlich nicht in den Häfen von Harwich, Rosyth oder Scapa Flow liegen können. Das Blatt ändert sich sofort, wenn England die Luftüberlegenheit hat. Daraus ist ersichtlich, daß die Luftstreitkräfte tatsächlich in Zukunft die herrschenden Faktoren der Seekriegführung sein werden. Einzig und allein das Unterseefahrzeug kann sich dem Luftangriff entziehen, der Wert des Oberflächenschlachtschiffes wird damit in Frage gestellt. Ohne Überlegenheit in der Luft kann kein Krieg gewonnen werden; diesen Umstand muß die gesamte weitere Entwicklung berücksichtigen.

Der deutsche Leser wird an den Ausführungen der drei englischen Offiziere, von denen jeder eine andere Auffassung vertritt und zu beweisen sucht, mancherlei auszusetzen haben, vor allem, daß jeder von ihnen zu einseitig die Vorteile der von ihm vertretenen Waffe betont, ohne ihren Mängeln in gleichem Maße gerecht zu werden. Es ist aber nicht zu leugnen, daß die Gedankengänge zum großen Teil sehr beachtenswert sind und Richtlinien geben können, die der weiteren Entwicklung aller im Seekriege zur Verwendung gelangenden Waffen bestimmte Wege weisen. Deshalb sind sie für jeden, der an die Zukunft unseres deutschen Vaterlandes glaubt und auf den Wiederaufstieg aus dem Zusammenbruch des Jahres 1918 hofft, lesenswert.

[1118]

Betriebsversuche an einer Gasgebläsemaschine.

Von Dipl.-Ing. Marcel Steffes, Esch (Luxemburg).

Ergebnisse viertägiger Versuche an einem Gaskraftgebläse. Die Versuche bezweckten u. a. die Feststellung des Gütegrades und der Wärmebilanz der ganzen Maschinengruppe.

Versuchsziele und Versuchsanordnung.

Am 26., 27., 30. und 31. Mai 1921 habe ich an einer Gasgebläsemaschine, die in dem Gaskrafthaus des Hüttenwerkes Société Métallurgique des Terres Rouges zu Belval aufgestellt ist, Betriebsversuche ausgeführt, die wegen der eingehenden Auswertung ihrer Ergebnisse Beachtung finden dürften, um so mehr, als sich in der Literatur nur wenige ähnliche Veröffentlichungen finden.

Abb. 1. Versuchsanordnung.

a Gasmaschine.
b Gebläse.
c Kühlwasser-Meßgefäß.
d Indikatoren.
e Meßstelle für die Temperatur des Zylinderkühlwassers.
f Meßstelle für die Temperatur des Kolbenkühlwassers.
g Stelle der Entnahme der Abgasproben.
h Meßstelle der Entnahme für Temperatur und Druck des Abgases.
i Auspuffleitung.
k Meßstelle von Windtemperatur und -druck.
l „ „ Menge, Druck und Temperatur des Frischgases.
m Meßstelle der Temperatur der Verbrennungsluft.

Abb. 2. Verlauf von Temperatur und Druck der Gase und des Windes sowie des CO_2-Gehaltes der Auspuffgase in ihrer Abhängigkeit von einander während einer Versuchsreihe (Eigenschaften der Gase und des Gebläsewindes.)

a statischer Überdruck der Auspuff- und Frischgase in mm W.-S.
b Temperaturen der Auspuffgase in °C.
c CO_2 der Auspuffgase in Volumenprozent.
d Temperatur und Überdruck des Windes in der Druckleitung in °C oder cm Q.-S.
e dynamischer Druck des Frischgases in mm W.-S.
I CO_2 der Auspuffgase.
II Temperatur der Auspuffgase.
III statischer Überdruck der Frischgase.
IV Windtemperatur in der Druckleitung.
V Überdruck des Windes in der Druckleitung.
VI Überdruck der Auspuffgase.
VII dynamischer Druck des Frischgases.

Die von der MAN 1911 gebaute doppeltwirkende Viertakt-Tandemmaschine von 1150 mm Zyl.-Dmr. und 1300 mm Hub ist in üblicher Weise unmittelbar mit dem Windzylinder von 2700 mm Zyl.-Dmr. gekuppelt, der bei 80 Uml./min 1170 m³/min Luft auf normal 0,61 at verdichtet; der Höchstdruck beträgt 1 at. Der schädliche Raum des Windzylinders beträgt bei geschlossenem Zuschaltventil 16 vH, bei offenem Zuschaltventil 54 vH. Das Gebläse fordert 1500 PS_i.

Bei den Versuchen, durch die die verbrauchte Gichtgasmenge und die angesaugte Luftmenge, die verschiedenen Wirkungsgrade und die Wärmebilanz der ganzen Gruppe zu bestimmen waren, wurden die Meßgeräte alle 15 Minuten abgelesen. Im einzelnen wurden ermittelt: Temperatur, Druck, Feuchtigkeit, Staubgehalt und chemische Zusammensetzung des Frischgases. Die verbrauchte Gasmenge wurde, da von der Messung mit Düse abgesehen werden mußte, durch ein Brabbéesches Staurohr gemessen. Ferner wurden Druck, Temperatur und Zusammensetzung der Auspuffgase am Austritt aus der Maschine sowie Ein- und Ausströmtemperatur und Menge des Kühlwassers festgestellt. Abb. 1 zeigt die Anordnung der Meßvorrichtungen. Druck und Temperatur der angesaugten und der verdichteten Luft wurden mittelbar gemessen, die Windmenge mit Hilfe des räumlichen Wirkungsgrades berechnet.

Versuchsergebnisse.

Die Hauptergebnisse sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt.

Der Heizwert des Gichtgases schwankte zwischen 797 und 852 kcal/m³; damit man die Ergebnisse der verschiedenen Versuche miteinander vergleichen kann, ist der Heizwert von 900 kcal/m³ als Bezugseinheit gewählt. Nach Abb. 2, die nicht etwa Mittelwerte, sondern den Verlauf der Meßwerte bei einem Einzelversuche zeigt, treten ungewöhnlich große Schwankungen des statischen Gasdruckes auf. Bei einer Belastung der Gasmaschine von 1747 PS_i betrug der Gichtgasverbrauch 2,31 m³/PS_ih, sonach der Wärmeverbrauch 2080 kcal/PS h. Bei den Versuchen 1 bis 4 war die Verbrennung mit rd. 1,3fachem Luftüberschuß und 0,1 vH nicht verbranntem Kohlenoxyd gut, bei den Versuchen 2, 3 und 6 war die Verbrennung mit 0,5 vH Unverbranntem mittelmäßig, während sie bei Versuch 5 und 7 schlecht war (Unverbranntes 2,2 und 1,7 vH). Vermutlich haben die starken Änderungen des statischen Gasdruckes die gute Regelung erschwert, s. a. Abb. 3. Die angesaugte Luftmenge, die von der Umlaufzahl und dem Winddruck abhängt, schwankte bei geschlossenem Zuschaltventil zwischen 865 und 1104 m³/min. Der Winddruck wurde zwischen 216 und 634 mm Q.-S. eingestellt, die Leistung der Gasmaschine betrug 1085 bis 1765 PS_i, der Arbeitsbedarf des Gebläses 842 bis 1467 PS_i. Die isothermische Arbeit des Gebläses wurde nach

$$N_{is} = \frac{L_{is}\,V}{270\,000}\ \text{(PS)}$$

berechnet, worin

Abb. 3. Verluste durch Unverbranntes in Abhängigkeit von der Luftüberschußzahl (l).

$a \begin{cases} T_a = 295\,°C \\ p_a = 1{,}0 \text{ at} \end{cases}$ $z \begin{cases} T_z = 1730\,°C \\ p_z = 34{,}0 \text{ at} \end{cases}$

$c \begin{cases} T_c = 592\,°C \\ p_c = 11{,}6 \text{ at} \end{cases}$ $e \begin{cases} T_e = 870\,°C \\ p_e = 3{,}00 \text{ at} \end{cases}$

1. Wirklicher Kreisprozeß y:

$F_w = 21{,}78 \text{ cm}^2$
$p_i = 3{,}63$ at
$N_i = 363{,}75\ PS_i = 64\ \frac{\text{kcal}}{s}$
$Q_a = 210\ \frac{\text{kcal}}{s}$
$\eta_i = 0{,}305$

2. Idealer Kreisprozeß x:

$F_{id} = 36{,}00 \text{ cm}^2$
$p_i = 6{,}00$ at
$N_i = 602{,}0\ PS_i = 106\ \frac{\text{kcal}}{s}$
$Q_a = 210\ \frac{\text{kcal}}{s}$
$\eta_{id} = 0{,}505$

$\eta_g = \frac{\eta_i}{\eta_{id}} = 0{,}604.$

Abb. 4. Gütegrad der Gasmaschine.

Zahlentafel 1.

Hauptergebnisse der Versuche an der Reihen-Viertakt-Hochofen-Gasgebläsemaschine.

Versuchsreihe	1	2	3	4	5	6	7
Tag des Versuches	31. 5. 21. I	26. 5. 21. I	26. 5. 21. II	30. 5. 21.	27. 5, 21. I	27. 5. 21. II	31. 5. 21. I
Dauer des Versuches	2 h 00 min	1 h 30 min	1 h 15 min	2 h 30 min	1 h 45 min	1 h 30 min	1 h 30 mi
Reduzierter Barometerstand . . . . mm Q.-S.	736	735	735	734	738	738	736
Außentemperatur . . . . °C	15,7	23,8	25,4	16,9	19,8	17,5	19,3
Hochofengas (Frischgas): Temperatur . . . °C	28	35	36	27	31,5	32,4	30
Hochofengas (Frischgas): Druck . . . mm Q.-S.	743,8	748	745	744	747	748	743
Hochofengas (Frischgas): Effektiver statischer Druck . mm W.-S.	107	169	139	130,4	120	131	93
Hochofengas (Frischgas): Spezifisches Gewicht . . . kg/m³	1,122	1,100	1,096	1,154	1,129	1,122	1,146
Hochofengas (Frischgas): Unterer Heizwert in der Zufuhrleitung . . kcal/m³	852	822	797	837	812	823	816
Hochofengas (Frischgas): Unterer Heizwert bei 15° C und 735,5 mm Q.-S. „	881	865	845	861	847	858	849
Hochofengas (Frischgas): Unterer Heizwert bei 0° C und 760 mm Q.-S. „	960	943	922	938	924	936	926
Hochofengas (Frischgas): Geschwindigkeit in der Zufuhrleitung m/s	3,74	4,43	4,60	4,47	6,08	5,47	6,54
Hochofengas: Verbrauch überhaupt bezogen auf d. Zustand i. d. Zufuhrleitung m³/s	0,842	0,996	1,034	1,004	1,365	1,23	1,47
Hochofengas: Verbrauch überhaupt bezogen auf 900 kcal/m³ Heizwert . . . „	0,800	0,910	0,915	0,933	1,230	1,125	1,333
Hochofengas: Verbrauch überhaupt bezogen auf 15° C und 735,5 mm Q.-S. . . „	0,816	0,945	0,975	0,977	1,308	1,18	1,415
Hochofengas: Verbrauch überhaupt bezogen auf 0° C und 760 mm Q.-S. . . . „	0,748	0,869	0,895	0,896	1,200	1,08	1,296
Hochofengas: Verbrauch i. d. Gas-masch. bezogen auf d. Zustand i. d. Zufuhrltg. m³/PSᵢ h	2,79	2,79	2,65	2,49	2,98	2,53	3,0
Hochofengas: Verbrauch i. d. Gas-masch. bezogen auf 900 kcal/m³ Heizwert . „	2,64	2,55	2,35	2,31	2,69	2,31	2,72
Hochofengas: Verbrauch i. d. Gas-masch. bezogen auf 15° C und 735,5 mm Q.-S. „	2,69	2,65	2,50	2,42	2,86	2,42	2,88
Hochofengas: Verbrauch i. d. Gas-masch. bezogen auf 0° C und 760 mm Q.-S. „	2,48	2,43	2,29	2,22	2,62	2,22	2,64
Theoretischer Luftbedarf (trocken) für die vollkommene Verbrennung Luft/Gas	0,774	0,754	0,743	0,753	0,738	0,755	0,741
Luftüberschußzahl (l) . . .	1,315	1,64	1,45	1,276	1,144	1,150	1,077
Eingeführte Luft . . . m³/s	0,856	1,234	1,118	0,964	1,154	1,055	1,172
Gewicht des sekundlich eingeführten Gas-Luft-Gewichtes . . . kg/s	1,94	2,52	2,43	2,29	2,85	2,59	3,07
Auspuffgas: Menge . . . m³/s	1,58	2,08	2,00	1,819	1,698	2,08	2,43
Auspuffgas: Spezifisches Gewicht . . . kg/m³	1,258	1,215	1,215	1,265	1,223	1,255	1,252
Auspuffgas: Temperatur . . . °C	442	469	518	484	495	535	516
Auspuffgas: Analyse CO_2 . . . vH Raumteile	22,3	18,7	20,8	22,6	21,5	23,75	22,9
Auspuffgas: Analyse O . . . „ „	3,0	5,3	4,1	2,6	2,3	1,65	1,6
Auspuffgas: Analyse CO . . . „ „	0,15	0,5	0,4	0,13	2,2	0,45	1,7
Auspuffgas: Analyse N . . . „ „	74,55	75,5	74,7	74,67	74,0	74,15	73,8
Wind vor dem Gebläse: Temperatur . . . °C	15,7	23,8	25,4	16,9	19,8	17,5	19,3
Wind vor dem Gebläse: Druck . . . mm Q.-S.	736	735	735	734	738	738	736
Wind vor dem Gebläse: Ansaugemenge . . . m³/s	14,42	18,4	18,25	16,8	17,7	17,15	14,1
Wind vor dem Gebläse: desgl. . . . m³/min	865	1104	1095	1008	1062	1030	846
Wind vor dem Gebläse: desgl., bez. auf 15° C u. 735,5 mm Q.-S. „	857	1072	1049	995	1042	997	829
Wind vor dem Gebläse: Spez. Gewicht d. feucht. Windes kg/m³	1,178	1,145	1,138	1,175	1,165	1,151	1,164
Wind hinter dem Gebläse: Temperatur . . . °C	49.2	53,3	63,9	53,1	64,2	72,1	76,9
Wind hinter dem Gebläse: Druck effektiver . . . mm Q.-S.	309	216	313	312,5	396	462	634
Wind hinter dem Gebläse: Druck absoluter . . . at	1,42	1,294	1,425	1,425	1,54	1,63	1,862
Uml./min	62,0	79,3	79,0	72,0	78,0	76,0	83,0
Leistung: indizierte Gasmaschine . . . PSᵢ	1085	1282,5	1406	1454	1651	1747,0	1765
Leistung: indizierte Gebläse . . . „	842	939	1106	1140	1344	1458	1467
Leistung: erforderliche isothermische . . . „	675	633	864	796	898	1118	1190
Wirkungsgrad: thermischer (indizierter) . . .	0,265	0,275	0,300	0,305	0,262	0,304	0,258
Wirkungsgrad: wirtschaftlicher . . .	0,206	0,201	0,236	0,238	0,213	0,252	0,215
Wirkungsgrad: mechanischer des Maschinensatzes . .	0,770	0,73	0,785	0,78	0,82	0,835	0,83
Wirkungsgrad: volumetrischer des Gebläses . . .	0,945	0,955	0,945	0,952	0,925	0,925	0,695[1]
Kühlwasser der Gasmasch.: Temperatur am Eintritt . . . °C	30,2	32,5	33,55	29,4	30,2	30,7	30,6
Kühlwasser der Gasmasch.: Temperatur am Austritt . . . „	38,9	40,8	41,0	38,2	39,2	40,3	40,4
Kühlwasser der Gasmasch.: Menge . . . kg/s	29,1	25,6	29,0	23,0	33,4	27,4	31,0
Kühlwasser der Gasmasch.: desgl. . . . kg/h	104 800	92 150	104 400	82 800	120 240	98 600	111 600
Wärmeverteilung: Eingeführte Wärmemenge . kcal/s (vH)	719,5; (100)	819,0; (100)	823,0; (100)	840,0; (100)	1109,0; (100)	1012,0; (100)	1200; (10
Wärmeverteilung: Indizierte Leistung der Gasmaschine „	190,5; (26,5)	226,0: (27,5)	247,0; (30,0)	256,0; (30,5)	290,0; (26,2)	307,0: (30,4)	310,0; (25,
Wärmeverteilung: Indizierte Leistung der Gebläsemaschine . „	[148,0][(20,6)]	[165,0][(20,1)]	[194,0][(23,6)]	[200,0][(23,8)]	[236,0][(21,3)]	[256,0][(25,2)]	[253,0][(21.
Wärmeverteilung: Ins Kühlwasser übergeführt „	253,0; (35,2)	212,0; (26,0)	216,0; (26,2)	205,0; (24,5)	301,9; (27,1)	263,0; (26,0)	301,0; (25,
Wärmeverteilung: Verluste durch Unverbranntes „	6,5; (0,9)	30,0; (3,4)	21,8; (2,7)	6,0; (0,7)	136,0; (12,3)	23,6; (2,3)	130,0; (10,
Wärmeverteilung: Abgasverluste . . . „	204,0; (28,4)	278,0; (33,9)	296,0; (35,9)	264,0; (31,4)	335,0; (30,2)	331.0; (32,6)	372,0; (31.
Wärmeverteilung: Restglied . . . „	65,0; (9,0)	73,0; (9,2)	42,8; (5,2)	109,0; (12,9)	47,0; (4,2)	87,4; (8,7)	87,0; (7,3

Zahlentafel 2.

Wärmeverteilung in vH der eingeführten Wärmemenge

Tag des Versuches	31. 5. 21 (I)	26. 5. 21 (I)	26. 5. 21 (II)	30. 5. 21	27. 5. 21 (I)	27. 5. 21 (II)	31. 5. 21 (II
	vH	vH	vH	vH	vH	vH	vH
Eingeführte Wärmemenge . . .	100	100	100	100	100	100	10
Indizierte Leistung der Gasmaschine . .	26,5	27,5	30,0	30,5	26,2	30,4	25,8
Indizierte Leistung des Gebläses . . .	(20,6)	(20.1)	(23,6)	(23,8)	(21,3)	(25,2)	(21,5)
Ins Kühlwasser übergeführt . . .	35,2	26,0	26,2	24,5	27,1	26,0	25,1
Abgasverluste . . .	28,4	33,9	35,9	31,4	30,2	32,6	31,0
Verluste durch unverbranntes CO . .	0,9	3,4	2,7	0,7	12,3	2,3	10,8
Restglied . . .	9,0	9.2	5,2	12,9	4,2	8,7	7,3

[1]) Zuschaltventil geöffnet [2]) Umgangschieber geöffnet.

$$L_{is} = 10000 \cdot 2{,}303\, p_1 \log \frac{p_2}{p_1} \text{ (mkg/m}^3\text{)}$$

ist. Den Abbildungen 4 und 5, welche die Bestimmung des Gütegrades zeigen, sind die mittleren Diagramme eines Einzelversuchs zugrunde gelegt. Der indizierte Wirkungsgrad η_{id} des theoretischen Kreisprozesses beträgt 0,505, jener der ausgeführten Maschine 0,305, woraus ein Gütegrad $\eta_g = \frac{\eta_i}{\eta_{id}} = 0{,}604$ folgt. Der Gütegrad des Gebläses beträgt, auf die isothermische Arbeit bezogen 0,7.

Abb. 5. Diagramme des Gebläses.

1. Wirkliches Diagramm:
$F_w = 47{,}05$ cm²
$p_w = 0{,}49$ at
$N_w = \frac{1140}{2}$ PS$_i$
$F_1 = 3{,}4$ cm²
$p_1 = 0{,}036$ at
$F_2 = 8{,}7$ cm²
$p_2 = 0{,}091$ at
$s = 120$ mm; $s_0 = 19{,}2$ mm
$s_1 = 114{,}0$ mm; $s_2 = 6$ mm
$\eta_{vol} = 95{,}25$ vH

2. Ideales isothermisches Diagramm:
$F_{is} = 32{,}9$ cm²
$p_{is} = 0{,}34$ at
$N_{is} = \frac{796}{2}$ PS

3. Adiabatisches Diagramm
$F_{ad} = 35{,}5$ cm²
$p_{ad} = 0{,}375$ at
$N_{ad} = \frac{850}{2}$ PS

$$\eta_g = \frac{N_{is}}{N_w} = 0{,}70.$$

Abb. 6. Wärmeplan in Abhängigkeit von der indizierten Gasmaschinen-Leistung (N_{i_m}).

a Restglied,
b Abgasverluste + Verluste durch unverbranntes CO,
c in das Kühlwasser übergeführte Wärme,
d nutzbar gemachte Wärme.

Der thermische Wirkungsgrad der Gasmaschine, Abb. 6 und 7, liegt zwischen 25,8 und 30,5 vH. Er ist gut bei den Versuchen 1 bis 4, mittelmäßig — infolge der schlechten Verbrennung — bei den Versuchen 5 und 7. Die Wärmeverteilung ist in Zahlentafel 2 dargestellt. Der Gesamtwirkungsgrad der Maschinengruppe beträgt 20,1 bis 25,2 vH.

Schlußfolgerungen.

Der spezifische Gichtgasverbrauch nimmt im umgekehrten Verhältnis zu den indizierten Leistungen der Gas- und Gebläsemaschine zu. Wie Abb. 8 erkennen läßt, verläuft der Gasverbrauch annähernd nach einer Hyperbel. Der Gesamtverbrauch wird in Abhängigkeit von der Leistung durch eine Gerade dargestellt, folgt also dem bekannten Willansschen Gesetze. Der Gasverbrauch von 2,31 m³/PS$_i$h oder der Wärmeverbrauch von 2080 kcal/PS$_i$h kann als sehr befriedigend bezeichnet werden. Wie schon erwähnt, ist der Verbrauch bei den Versuchen 5 und 7 infolge der durch Gasdruckschwankungen verursachten schlechten Verbrennung größer. Diese könnte man verbessern, wenn man die Maschine auf Grund der Auspuffanalyse regeln würde. Man könnte so das günstigste Gemisch ermitteln und die Regelklappen nach dem Gasdruck einstellen.

Die indizierte Leistung des Gebläses ist um etwa 300 PS$_i$ niedriger als die der Gasmaschine. Wie Abb. 7 zeigt, beträgt der Leerlaufbedarf der Gasmaschine rd. 320 PS$_i$ der Gasverbrauch nimmt hierbei auf 4,5 m³/PS$_i$ oder 0,4 m³/s zu. Im übrigen hat

Abb. 7. Leistungs- und Wirkungsgrade in Abhängigkeit von der indizierten Gasmaschinenleistung (N_{i_m}).

Abb. 8. Frischgasverbrauch, bezogen auf Gas von 900 kcal/m³, und Temperatur der Auspuffgase in Abhängigkeit von der indizierten Gasmaschinenleistung (N_{i_m}).

Abb. 9. Mechanischer und volumetrischer Wirkungsgrad in Abhängigkeit vom Windüberdruck in der Druckleitung.

sich ergeben, daß besonders große Verluste auf den Widerstand in den Druckventilen des Windzylinders zurückzuführen sind.

Der mechanische und der thermische Wirkungsgrad nehmen mit der Belastung, d. h. mit dem Winddruck zu, wie dies natürlich ist, s. Abb. 9. Der volumetrische Wirkungsgrad schwankt zwischen 0,88 und 0,95 bei geschlossenem und 0,69 bis 0,88 bei geöffnetem Zuschaltventil. Die mit dem Kühlwasser abgeführte Wärmemenge ist normal. Die Ausströmtemperatur des Wassers könnte um 10° erhöht werden, da der Wärmeverbrauch der Maschine mit zunehmender Austrittstemperatur des Kühlwassers, also mit abnehmender Wassermenge, günstiger wird. Das sollte man bei geringen Belastungen und Umlaufzahlen von Gasmaschinen beachten, weil gerade dann verhältnismäßig große Wärmemengen mit dem Kühlwasser abgehen. [1272]

Wasserkraftgewinnung aus Flachlandflüssen.

Von Regierungs- und Baurat Rudolf Seifert, Berlin.

(Schluß von S. 131)

Kanalgröße und Schiffahrt

Wurden bei den bisherigen Erörterungen über die wirtschaftlichste Größe des Querschnitts von Seitenkanälen lediglich die Kosten der Kraftgewinnung berücksichtigt, so sollen nachstehend auch für die Schiffahrt die günstigsten Bedingungen aufgesucht und mit denen der Krafterzeugung zusammengestellt werden.

Ohne weiteres ist ersichtlich, daß die Kosten der Schiffahrt von der Stärke der Strömung $V = \frac{Q}{F}$ abhängen, d. h. also von Abflußmenge und Querschnittgröße. Die Strömung wechselt je nach Wasserführung des Flusses, Größe und Stauzustand des Kanals. Als maßgebliche mittlere Strömung ist $V_m = \frac{3}{4} V_{\max}$ angenommen, wo $V_{\max}$ dem Ausbauwasser und Beharrungsgefälle entspricht; sie ist etwas größer als die nach der Geschwindigkeitsdauerlinie ermittelte gewöhnliche Strömung. Die Ausbaumenge sei zunächst als unveränderlich angesehen, im vorliegenden Beispiel $Q_{\max} = 177$ m³/s. Die Größe des Querschnitts wirkt in dreifacher Weise auf den Schiffswiderstand, einmal durch die Stärke der Fließgeschwindigkeit, dann wegen der Widerstände des benetzten Umfanges und schließlich wegen der der Schiffsbewegung entgegengesetzten, durch sie hervorgerufenen Rückströmung und im Zusammenhang damit wegen der Einsenkung des fahrenden Schiffes im Wasser. Von diesen Widerständen wirkt die Rückströmung ebenso wie der Widerstand des Umfanges in jedem Fall arbeitverzehrend.

Abb. 10 bis 13. Frachtkosten in Pf/tkm.
Dampferstärke für 3, 4, 5 und 6 km/h Bergfahrt und entsprechende Talfahrt bei wechselndem Kanalquerschnitt F und wechselnder Strömung.

Der Schiffswiderstand hängt u. a. von dem Verhältnis des eingetauchten Schiffsquerschnitts zum Kanalquerschnitt ab. Man müßte also, genau genommen, die Untersuchung auf verschiedene Arten von Lastkähnen ausdehnen. Auch davon ist Abstand genommen, um die Zahl der Veränderlichen nicht zu sehr zu vermehren. Es ist nur ein Schleppzug, bestehend aus einem Dampfer mit zwei Lastkähnen von rd. 1020 t Tragfähigkeit (Abmessungen 80 · 9,0 · 2,0 m)[1], betrachtet. In die Schiffahrtkosten sind einbegriffen: 1. die Ruhekosten des Schleppers (Verzinsung des Anschaffungskapitals, Abschreibung, Versicherung, Unterhaltung und Verwaltung sowie die persönlichen Kosten für die Besatzung, unter Berücksichtigung des verkürzten Arbeitstages), 2. die Fortbewegungskosten (Kohlen, Öl) und 3. die Ruhekosten der zwei Schleppkähne im gleichen Umfang wie beim Schlepper. Nicht eingeschlossen sind die Ladekosten, Hafengelder, Schiffahrtsabgaben usw., sowie die Liegekosten der Kähne.

Die Dampferstärke ist verschieden hoch angenommen worden, nämlich so, daß mit der regelrechten Maschinenleistung 3, 4, 5 oder 6 km/h Fahrtgeschwindigkeit gegen das Ufer im Bergverkehr erzielt werden können; zur Sicherheit des Betriebes sind die so erhaltenen Maschinenstärken um 20 vH vermehrt, was aber nicht auf den Kohlenverbrauch, sondern nur auf die Beschaffungskosten Einfluß hat. Die Talfahrtgeschwindigkeit beträgt im Bereich der in Frage kommenden Querschnittgrößen jedoch nur 8 bis 9 km/h, ein Maß, das im Hinblick auf die günstigen Schiffahrtverhältnisse im gestreckten glatten Kanal als durchaus zulässig gilt.

Die Betriebsdauer der Schiffahrt ist zu 300 Betriebstagen und zu 15 Stunden täglich angesetzt. Von der täglichen Betriebzeit geht die Anheiz-, Warte- und Schleusungszeit ab — letztere nur nach der Zahl der Schleusen —, nur der Rest ist nutzbare Fahrzeit. Die Schleusen mögen in Abständen von 15 km folgen und je ½ Stunde Aufenthalt beanspruchen. Hieraus berechnet sich der tägliche Reiseweg zu Berg und zu Tal, die Transportleistung und die Kosten für 1 tkm auf dem Seitenkanal und der oberhalb anschließenden, noch im Wehrstau liegenden Wasserstrecke (zusammen 30 km).

Der Einfachheit halber ist für den Vergleich im allgemeinen vorausgesetzt, daß die Kähne sämtlich voll beladen sind und daß der Gesamtverkehr zur Hälfte zu Berg, zur Hälfte zu Tal geht. Er soll zu 1,0 Mill. t, 2,0 Mill. t oder 4,0 Mill. t im Jahre angenommen werden.

Die Kosten sind, wie bei der Kraftkostenberechnung, zunächst nach Vorkriegspreisen ermittelt und sodann für die Nachkriegszeit mit 10- bis 20facher (i. M. rd. 17facher) Verteuerung geschäßt.

Das Ergebnis der unter diesen vereinfachenden Annahmen durchgeführten Untersuchungen — die wir bei dem zur Verfügung stehenden knappen Raum hier nicht im einzelnen mitteilen können, nur die sich ergebenden Frachtkosten seien in Abb. 10 bis 13 zusammengestellt — ist kurz folgendes:

1. Die jährlichen Schiffahrtskosten spielen gegenüber den jährlichen Kraftgewinnungskosten nur eine bescheidene Rolle. Bei den in Frage kommenden wirtschaftlich günstigen Querschnittsgrößen betragen sie nur 1,5 bis 2,5 vH unter Vorkriegspreisen und 2 bis 7 vH unter Nachkriegspreisen bei einem Jahresverkehr von 1 Mill t. Dabei gilt die kleinere Zahl für den größeren Querschnitt und die geringere Geschwindigkeit zu Berg bis zu 4 km/h herab, während bei 3 km/h zu Berg die Schiffahrtskosten bereits wieder einen etwas stärkeren Anteil ausmachen, weil die Transportleistung in t/km rascher sinkt als die Schiffahrtskosten. Mit wachsender Verkehrsgröße wächst das Verhältnis der Schiffahrtskosten zu den Kraftkosten, bei 4 Mill. t steigt es auf 7 bis 10 vH bei Vorkriegspreisen bzw. 10 bis 25 vH bei Nachkriegspreisen. In diesen Schwankungen drückt sich der wachsende Einfluß der Dampferkohle bei abnehmendem Kanalquerschnitt, zunehmender Fahrgeschwindigkeit und 20fach erhöhtem Kohlenpreis aus. Im ganzen aber zeigt sich der überwiegende Ein-

[1] Vergl. Zeitschrift für Bauwesen 1921 S. 299. Momber: Wirtschaftliche Untersuchungen über die Abmessungen neuer Hauptwasserstraßen und der auf ihnen verkehrenden Fahrzeuge.

fluß der Kraftgewinnung auf die Bemessung des Querschnitts.

2. Die wirtschaftlich günstigste Querschnittgröße des Schiffahrtskraftkanals wird gegenüber dem lediglich nach Kraftgewinn bemessenen Kanal durch das Hinzutreten der Schiffahrt vergrößert; für Vorkriegspreise ist die Vergrößerung unerheblich, für Nachkriegspreise merklicher, und zwar in um so stärkerem Maße, je größer der Verkehr ist. Der Bergverkehr allein beeinflußt die Verschiebung des günstigsten Querschnitts nach der Richtung einer Vergrößerung wesentlich mehr als der Talverkehr, und zwar sind bei den in Frage kommenden Kanalabmessungen die Bergfahrtkosten für 1 tkm etwa doppelt so groß wie die Talfahrtkosten.

3. Die günstigste Fahrgeschwindigkeit beträgt etwa 4 bis 5 km/h; bei 3 km/h und 6 km/h werden die Frachtkosten, gemittelt aus Berg- und Talverkehr, merklich größer. Für Nachkriegskosten liegt die vorteilhafteste Fahrgeschwindigkeit wohl etwas tiefer als für Vorkriegspreise, entsprechend dem größeren Einfluß der Kohlenpreise, und zwar ungefähr bei 4 km/h.

Abb. 14 bis 15. Kraftkosten in Pf/kWh ohne und mit Frachtkosten bei einem Verkehr von 1, 2 und 4 Mill. t/Jahr.

4. Ohne Rücksicht auf die Schiffahrtkosten ergab sich als günstigster Querschnitt ein solcher von 187,5 m² mit 30 m Sohlenbreite. Unter Einrechnung der Frachtkosten bleibt bei Dampferstärken entsprechend 4 bis 5 km/h zu Berg die Sohlenbreite unter Vorkriegspreisen noch auf derselben günstigsten Stufe, bei Nachkriegspreisen wächst sie auf 35 m, und zwar bei 1,2 und 4 Mill. t Verkehr.

5. Wenn man die Jahreskosten der Krafterzeugung und der Schiffahrt in Abhängigkeit von der Querschnittgröße darstellt (vergl. Abb. 14 u. 15), so fallen sie mit wachsendem Querschnitt rasch auf den Kleinstwert und steigen von da äußerst langsam wieder an, noch langsamer, als ohne Berücksichtigung der Schiffahrt; mit zunehmender Verkehrsgröße verlaufen sie immer flacher. Ein Fingerzeig, den Querschnitt im Zweifelsfalle eher zu groß als zu klein zu bemessen.

6. Die Einbeziehung der Schiffahrtkosten in den Gesamtrahmen wirkt einer Vergrößerung der Ausbauwassermenge entgegen, jedoch entsprechend dem Verhältnis zu den Kraftkosten nicht in starkem Maße.

Kraftgewinn durch Aufstau ohne Seitenkanal

Auch für den Kraftgewinn durch Aufstau im Flußbett liegen die Verhältnisse der betrachteten Weserstrecke nicht ungünstig, vor allem in dem unteren Stück, wo ähnlich wie bei Dörverden ein Niedrigwasserstau von etwa 4 m ohne Rückstaudämme und ohne Vorlandüberflutungen möglich ist. Nach oben hin verläuft allerdings diese Eintiefung des Weserbettes mehr und mehr, so daß an der Abzweigung des Seitenkanals, wie erwähnt, unter gleichen Bedingungen nur noch 2 m Stauhöhe möglich wären. Es kommt aber hier zunächst nur auf das einzelne Kraftwerk an. Das Dörverder Werk ohne weiteres zum Vergleich mit den Werken am Seitenkanal heranzuziehen, geht nicht an, da es durch die Ansprüche der Bewässerung der Syke-Bruchhäuser Niederung, des Pumpwerks in Minden, der eigenen Dampfkraftergänzung u. dgl. besonderen Bedingungen unterworfen war. Das zu vergleichende neue Kraftwerk wurde in der Gegend von Nienburg angenommen; für die Gesamtgestaltung wurden die Verhältnisse von Dörverden zum Vorbild genommen, die Berechnung der Leistung und der Kosten wurde unter den gleichen Annahmen wie für die Werke des Seitenkanals durchgeführt.

Die geringste Kraftwassermenge konnte zu 55 m³/s eingesetzt werden, während 5 m³/s auf Schleusungswasser und Undichtigkeit des Wehres gerechnet sind.

Die Druckhöhen sind nach der Wasserstandsdauerlinie des Pegels Nienburg 1896/1910 für Sommerstau 0,70 m unter Ufergelände, für Winterstau 0,20 m darunter bemessen; Druckhöhen unter 1,0 m sind nicht ausgenutzt. Die größte nutzbare Druckhöhe bei *NNW* und Sommerstau beträgt 4,12 m. Im Kraftwerk arbeiten, wie in Dörverden, je eine gewöhnliche und eine Hochwasser-Turbine auf einen Stromerzeuger mit wechselnder Übersetzung. Bei *NW* geht die ganze Kraftwassermenge durch die gewöhnliche Turbine, die Hochwasserturbine wird abgekuppelt. Beide Arten sind beim Konstruktionsgefälle von 3,3 m bzw. 1,5 m für 30 m³/s Schluckfähigkeit bemessen. Die günstigste Ausbaugröße ergab sich bei drei Paar Turbinen, die größte verarbeitete Wassermenge zu 194 m³/s, die drei Monate nicht unterschritten werden, die mittlere zu 115 m³/s; die näheren Angaben sind aus der Zahlentafel 1, S. 129, ersichtlich.

Die Schiffahrt geht durch den strömungslosen Seitenkanal mit einer Schleppzugschleuse; der Schleusenaufenthalt kann durch die Abkürzung als ausgeglichen gelten; das ruhige Fahrwasser oberhalb des Wehres bietet eine erhebliche Erleichterung des Betriebes.

Die Preise sind entsprechend denen des Seitenkanals eingesetzt; ebenso die Überteuerung der Nachkriegspreise (vgl. Zahlentafel 3).

Die Einheitskosten der Leistung (vgl. Leistungsplan Abb. 16) betragen nach Vorkriegspreisen 3,63 Pf/kWh, nach Nachkriegspreisen 49,8 Pf/kWh. Für Vorkriegspreise ist das Kraftwerk an der Weser mit 3,63 Pf gegen 4,65 Pf entschieden überlegen. Für Nachkriegspreise ist der Unterschied von 49,8 Pf gegen 51,8 Pf so gering, daß beide Ausführungen als nahezu gleichwertig hinsichtlich der Einheitskosten gelten können. Die Energieversorgung durch den Seitenkanal hat jedoch den wesentlichen Vorzug, viel gleichmäßiger zu sein. Außerdem fällt die kleinste Leistung auf Niedrigwasser, also zumeist auf Sommer und Frühherbst, beim Weserwerk dagegen auf Hochwasser, also im allgemeinen in den Winter zur Zeit des größten Kraftbedarfs; 23 Tage, davon 19 im Winterhalbjahr, fällt die Kraftlieferung durch das Weserkraftwerk wegen Hochwassers ganz aus bei Druckhöhen unter 1 m. Weitere Vergleichszahlen enthält die Zahlentafel 4.

Abb. 16. Dauerlinien für Wassermengen. Druckhöhen und Leistung für ein Kraftwerk an der Weser bei Nienburg ohne Seitenkanal.
Höhen: 1 cm = 1,25 m (Druckhöhen)
1 cm = 2,5 m³/s (Wassermengen)
1 cm = 250 mt/s (Leistungen)
Längen: 1 cm = 50 Tage (Dauer).

Zahlentafel 4
Vergleich der drei Anordnungen der Krafterzeugung.

	2 Kraftwerke in 24 km langem Seitenkanal mit Betonböschungen	1 Kraftwerk an der Weser ohne Seitenkanal	1 Kraftwerk mit 4 km langem Seitenkanal mit Erdböschungen
Verhältniszahlen der Jahresarbeit	1	0,322	0,451
Verhältniszahlen des Kapitalaufwandes für Nachkriegspreise .	1	0,260	0,337
Verhältniszahlen der Jahreskosten für Nachkriegspreise .	1	0,302	0,383
Verhältniszahlen der Einheitskosten für 1 kWh . . . . . (einschl. Ersparnis an Ausbau und Unterhaltung der Weser)	1	0,980	0,861

Um annähernd die gleiche Energiemenge zu erzeugen wie durch die zwei Werke am Seitenkanal, müßten also drei gleiche Werke an der Weser geschaffen werden. Dies hätte wegen des nach unten abnehmenden Stromgefälles und der nach oben abnehmenden Eintiefung des Weserbettes bedeutende Schwierigkeiten und würde bei den weiteren Werken wegen des niedrigeren Wehrstaues und der längeren Betriebsunterbrechungen unregelmäßigere Kraftlieferung und erhöhte Einheitskosten verursachen. Eine durchlaufende Kanalisierung der betrachteten Weserstrecke, die sich lediglich auf wirtschaftliche Wasserkraftgewinnung stützt, hätte mithin viele ungünstige Umstände zu überwinden.

Der Vergleich zwischen dem Kraftgewinn durch Aufstau und durch einen langen Seitenkanal der Weser von 220 bis 257,5 km ergibt also folgendes Bild:

Wenn auch die Kraftlieferung durch ein einzelnes Weserkraftwerk ein klein wenig billiger, die Bauzeit kürzer und der Kapitalaufwand ganz erheblich geringer ausfällt, und wenn auch der Eingriff in den Fluß und in die landwirtschaftlichen Verhältnisse, vor allem der Verlust an Grund und Boden viel weniger fühlbar wird, so verdient doch der Seitenkanal den Vorzug, weil seine Krafterzeugung ausgeglichener ist und ein völliger Ausfall überhaupt nicht zu befürchten steht, weil die Kraftausbeute größer ist, weil schließlich auch die Schiffahrt eine Verbesserung erfährt und somit zu den Kosten der Bauanlage beitragen könnte. Der Selbstkostenbetrag von rd. 52 Pf/kWh bei Nachkriegspreisen (oder 4,7 Pf/kWh bei Vorkriegspreisen), am Schaltbrett gemessen, ist allerdings schon so hoch, daß es recht zweifelhaft ist, ob der Ausbau bei heutigen Kohlenpreisen noch wirtschaftlich möglich wäre.

Krafterzeugung durch Aufstau und kurzen Seitenkanal.

Die betrachtete Weserstrecke bietet schließlich auch noch Gelegenheit, den Kraftgewinn durch einen Wehrstau in Verbindung mit einem kurzen schiffbaren Seitenkanal zu untersuchen. Die Vorzüge des Staugefälles, das an der Weser verhältnismäßig viel billiger zu stehen kommt als das Umgehungsgefälle, lassen sich auf diese Weise mit den Vorzügen des letzteren, nämlich gleichmäßigerer und ununterbrochenen Kraftlieferung, mit der Höchstleistung im Winter bis zu einem gewissen Grade vereinigen.

Als geringste nutzbare Druckhöhe der Turbinen sei wieder 1,0 m angenommen. Die hierfür nötige Mindestlänge der umgangenen Weserstrecke beträgt 6 km, wenn man das Hochwassergefälle $I = \frac{2,36}{10\,000}$, das Kanalgefälle $I' = \frac{0,54}{10\,000}$ auf 4 km und 0,20 m Verlust am Turbinenrechen usw. zugrunde legt. Diese Mindestdruckhöhe ist an 10 Tagen vorhanden und nimmt rasch zu mit sinkendem Hochwasser. Im übrigen ist die Druckhöhe ständig rd. 1 m größer als beim Weserkraftwerk. Die verfügbare Wassermenge kann wie bei diesem angesetzt werden, denn eine größere Verlustmenge als 5,0 m³/s für Undichtigkeit des Wehres und Schleusenverbrauch ist bei der Kürze der umgangenen Strecke nicht abzurechnen; die kleinste Kraftwassermenge ist also zu 55 m³/s anzusetzen. Die größte Kraftwassermenge richtet sich nach der Schluckfähigkeit der Turbinnen, von denen wie beim Weserkraftwerk ebenfalls drei Paare mit 30 m³/s bei 4,0 und 1,50 m Konstruktionsgefälle angenommen sind; sie beträgt dann 210 m³/s, das ist die an 95 Tagen nicht unterschrittene Menge. Besondere Vergleichberechnungen sind hierüber nicht angestellt, ebenso nicht über die wirtschaftlichste Form des Kanalquerschnitts. Die größte Strömungsgeschwindigkeit beträgt rd. 1 m/s; sie geht herab bis auf 0,25 m/s. Die Querschnitte nach der vorläufigen Annahme wechseln von 216 m² mit 6,5 m Tiefe bei Ausbauwasser und Winterstau und 210 m² mit 6 m Tiefe bei Sommerstau; wenn bei erhöhtem Mittelkleinwasser der Wehrstau ausnahmsweise völlig beseitigt ist, sinkt die Wassertiefe auf 2,0 m. Die Sohlenbreite beträgt 25 m. Der kurze Unterkanal ist stark zu verbreitern. Die Schleppzugschleuse liegt in einem 2 km langen Schleusenkanal. Die mittlere Höhe des Sommerstauziels unter dem Ufer beträgt 0,70 m. Für die Erdarbeiten ist eine mittlere Geländehöhe von 1 m über Sommerstau angenommen, da der Kanal in der Marsch bleibt. Erd- und Betonkanal sind in den Kosten fast gleich. Deshalb ist weiterhin nur der etwas vorteilhaftere Erdkanal betrachtet.

Die Einheitskosten der Leistung betragen 3,48 Pf/kWh nach Vorkriegspreisen und 43,9 Pf/kWh bei Nachkriegspreisen. Sie sind also merklich günstiger als die der Kraftwerke am langen Seitenkanal und an der Weser ohne Seitenkanal. Wie die Zahlentafel 1, S. 129 zeigt, sind die mittlere Leistung und die Jahresarbeit durch das Hinzutreten des kurzen Seitenkanals ganz wesentlich gesteigert, ebenso die Benutzungsdauer der Maschinen (vgl. auch den Leistungsplan Abb. 17); die Gleichförmigkeit der Kraftlieferung ist erhöht, doch tritt bei der gewählten Kanallänge der Kleinstwert der Leistung immer noch bei Hochwasser auf, also im Winter. Die Kraftlieferung beträgt nur etwa ½ derjenigen für die beiden Werke am langen Seitenkanal, die Anlagekosten nur rd. ⅓ (Vgl. Zahlentafel 4. Man müßte also zwei Werke unter annähernd gleichen Bedingungen an kurzen Seitenkanälen schaffen, um eine gleiche Energiemenge zu erzeugen. Dies dürfte möglich sein. Welche Länge für jeden einzelnen Seitenkanal am günstigsten ist bezüglich der Kosten und der Gleichmäßigkeit der Kraftgewinnung, müßte noch näher untersucht werden. Die Leistungen der übrigen auf das gleiche Netz arbeitenden Kraftwerke und auch die Art des Strombedarfs sind dabei von Einfluß.

Die vorstehenden Untersuchungen sind unter der Annahme geführt, daß die Wasserkraftgewinnung die sämtlichen Kosten für den Kraftausbau und die Schiffahrtanlagen zu tragen hat. Inwieweit die Schiffahrt in der Lage wäre, einen Anteil daran zu übernehmen, hängt, wie erwähnt, von den Vorteilen ab, die

Abb. 17. Dauerlinien für Wassermengen. Druckhöhen und Leistung für ein Kraftwerk in 4 km langem Seitenkanal der Weser bei Nienburg. 3 Hochwasserturbinen, 3 gewöhnliche Turbinen.
Höhen: 1 cm = 1,25 m (Druckhöhen)
1 cm = 2,5 m³/s (Wassermengen)
1 cm = 250 mt/s (Leistungen)
Längen: 1 cm = 50 Tage (Dauer).

ihr geboten werden. Nimmt man an, daß sie die Bau- und Betriebskosten der lediglich der Schiffahrt dienenden Anlagen, also der Schleusen, Schleusenkanäle und zugehörigen Dienstgebäude sowie des Anteils an den Insgemeinkosten, aufzubringen imstande ist, so tritt eine Herabsetzung der Einheitskosten der Wasserkraft um etwa 15 vH bei der Anordnung mit langem Seitenkanal und von etwa 20 vH bei kurzem oder ohne Seitenkanal ein. Die Anlage mit kurzem Seitenkanal mit 2,96 Pf/kWh Vorkriegskosten oder 37,8 Pf/kWh Nachkriegskosten (gegen 39,3 oder 43,8 Pf/kWh) bleibt die billigste. Die Schiffahrt hätte dann rd. 170 000 ℳ/Jahr Vorkriegskosten oder rd. 2 000 000 ℳ/Jahr Nachkriegskosten aufzubringen für 6 km umgangene und etwa 10 km angestaute Stromstrecke, wogegen beim langen Seitenkanal rd. 410 000 ℳ Vorkriegskosten oder rd. 4 610 000 ℳ für 37,5 km umgangene und etwa 10 km angestaute Stromstrecke entfallen. Es hängt von der Größe des Verkehrs und von dem Verhältnis der Wasserfrachten zu den Bahnfrachten ab, welchen Betrag die Schiffahrt tragen kann.

Schlußbemerkung

Die Ergebnisse der vorstehend in kurzen Strichen dargestellten Untersuchung über die Kraftgewinnung aus einem Flachlandfluß wie die Weser ergibt folgendes Bild:

Es erscheint nach dem derzeitigen Stand der Preise für Wärmekraft wirtschaftlich möglich, die Wasserkraft der mittleren Weser auszunutzen, wenn mit größter Sorgfalt alle Vorteile der natürlichen Verhältnisse wahrgenommen werden. Dabei ist vorausgesetzt, daß die gewonnene Kraft restlos abgesetzt werden kann als Grundkraft eines vorhandenen Überlandnetzes, auf das ebenfalls vorhandene genügend starke speicherfähige Wasserkräfte oder Wärmekräfte arbeiten, so daß für eine Ergänzung oder Spitzendeckung nicht zu sorgen ist.

Nach der Voruntersuchung scheint ein Ausbau mit kurzen Seitenkanälen, die eben lang genug sind, um eine Unterbrechung der Kraftlieferung bei niedergelegtem Wehre zu verhüten, die für den Kraftgewinn günstigste Ausbauart darzustellen. Zugleich würde dies ein verhältnismäßig rasches und stufenweise fortschreitendes Verfahren darstellen, das schließlich zu einer vollständigen Kraftausnutzung des ganzen Stromes führen könnte.

Immerhin bleibt der Preis der Kilowattstunde aus der Weserkraft noch sehr hoch, und es ist deshalb nach Möglichkeit ein weiterer leistungsfähiger Kostenträger heranzuziehen. Als solcher bietet sich die Schiffahrt dar, wenn ihr entsprechende Vorteile geboten werden. Dazu gehört — außer Rücksicht auf Abmessungen, Strömungsgeschwindigkeit und Linienführung der Kraftwasserstraße — vor allem Ausdehnung der Verbesserung auf eine in Verkehrsbeziehung einheitliche Stromstrecke. Ist einmal eine solche Verbesserung voll durchgeführt, so würde durch Schiffahrtabgaben der dem Kraftgewinn zur Last fallende Kostenanteil soweit ermäßigt werden, daß der Ausbau zweifellos lohnend sein würde. [1256]

Höchstspannungsanlagen in Nordamerika.

Die Zahl der erstmalig im Jahre 1909 von den Vereinigten Staaten ausgeführten und im Betriebe stehenden Anlagen mit Spannungen von mehr als 100 kV ist nach Lewis bis Oktober 1922 auf 58 angewachsen, wobei die starre Erdung des Nullpunktes vorherrscht; die feste Erdung wird dort wegen ihrer größeren Sicherheit gegen die Phasenüberspannungen bei Reaisschutz und geringeren Kosten der in Europa bevorzugten Erdung über Widerstände oder Drosselspulen vorgezogen. Die Gesamtleistung aller Werkanlagen mit Spannungen von mehr als 100 kV beträgt jetzt rd. 3 Millionen kW, hiervon werden 70 vH mit Wasserkraft betrieben. Nahezu die Hälfte aller Anlagen verwenden Aluminium als Leitungsmaterial (neuerdings mit Stahlseele) und die Mehrzahl Erdungsseile aus Stahl. Als Schutzvorrichtungen werden vorwiegend Aluminium-Elektrolytzellen, neuerlich auch sogenannte Oxydfilme, vielfach in Vereinigung mit Hörner- und Kugelfunkenstrecken benutzt.

Eine besonders rasche Entwicklung zeigen die Höchstspannungsanlagen in Kalifornien, wo es gegenwärtig rd. 4700 km an Freileitungen für 100 kV und darüber gibt; von rd. 7 Mill. PS ausnutzbaren Großwasserkräften sind etwa 25 vH ausgebaut; man ist gegenwärtig bestrebt, auch die mit Rohöl geheizten Dampfkraftwerke zum größten Teil bei vollständiger Anpassung der Wasserentnahme und entsprechender Aufteilung der Belastung auf Grund-, Spitzen- und Aushilfs-Kraftanlagen durch den restlosen Ausbau der Wasserkräfte zu ersetzen. Die rasche Durchführung und die erforderlichen Mittel (rd. 500 Mill. $) sollen durch Ausgabe von Staatsschuldverschreibungen seitens der Regierung gesichert werden.

Besonders bemerkenswert sind die gegenwärtig im Bau befindlichen Anlagen für 220 kV; zunächst die der Southern California Edison Co., die den Strom auf rd. 400 km Entfernung vom Big Creek[1]) nach Los Angelos überträgt, wobei die Leistung der Freileitung durch Erhöhung der Spannung von 150 auf 220 kV verdoppelt werden soll. Im ganzen werden von dieser Unternehmung acht Wasserkraftanlagen mit 930 000 PS ausgebaut, wovon auf das kürzlich errichtete Big Creek-Werk 8 rd. 180 000 PS entfallen. Untersuchungen, die C. Wood an einer 30 km langen Versuchstrecke mit 220 kV durchgeführt hat, ergaben, daß die normalen Hängeisolatoren, die mit Metallschutzringen zum Abschirmen des elektrischen Feldes und zur Verbesserung der Spannungsverteilung versehen waren, sich als vollkommen ausreichend erweisen; die Koronaverluste in einer Phase erreichten höchstens 1,88 kW/km. Die Leitung besteht aus Stahlaluminiumseilen von 27 mm Dmr., die bei rd. 200 m Spannweite in je 5,2 m wagerechtem Abstand angeordnet sind. Besonders beachtenswert erscheint es, daß für das genannte Werk am Big Creek ein besonderer Ueberspannungsschutz nicht erforderlich war, da die Eigenkapazität der Leitung und Bauart (Isolation) der Einrichtungen einen solchen entbehrlich machen.

Die zweite 220 kV-Anlage ist die der Pacific Gas and Electric Co., welche Energie vom Pit River nach Oakland und San Francisco überträgt und gegenwärtig bei 450 000 kW gesamter Ausbauleistung von 110 kV auf die doppelte Spannung umgebaut wird. Die Ringleitung speist acht Unterwerke, die größtenteils als Freiluftanlagen ausgeführt sind; diese Anlagen sind mit Einphasentransformatoren in Sparschaltung ausgerüstet, die eine dritte Wicklung erhalten haben zum Ausgleich der Spannungsspitzen infolge der dritten harmonischen Schwingung. Die für die 220 kV-Anlagen gelieferten Großtransformatoren für 6660 kW sind dadurch bemerkenswert, daß der gemeinsame Mittelpunkt der beiden einphasigen Schenkelwicklungen mit der Hochspannungsleitung verbunden ist und beide Wicklungshälften derart geerdet werden, daß nur eine Klemme bei halber Spulenspannung erforderlich ist. Eine weitere Eigentümlichkeit dieser Anlage bildet auch die Verwendung neungliedriger Stütz-Isolatoren für 110 kV bei Ankermasten und großen Spannweiten sowie an den Sammelschienen; doch werden bei einer Ueberquerung des Golfes von San Franzisco von 1430 m Spannweite auch Hängeisolatoren mit je 15 Gliedern (Zugfestigkeit 9900 kg) benutzt, die Stahlaluminiumseile von 22 mm Dmr. tragen.

Es sei zum Schlusse noch erwähnt, daß bei dem Ausbau der Großkraftwerke im Industriegebiet der Ver. Staaten ebenfalls die Errichtung von 220 kV-Leitungen geplant ist; hierher gehört auch der großzügige Plan einer 220 kV-Fernkraftübertragung von den Niagarafällen nach New York für 500 000 PS auf 500 km Entfernung, deren Kosten durch die Ersparnis an Brennstoffen der bestehenden Dampfkraftanlagen gedeckt werden sollen. Rb.

(M 345)

---

[1]) s. Z. 1922 S. 733.

Das „Klopfen“ der Fahrzeug-Verbrennungsmaschinen.

Von Dr. techn. A. Heller, Berlin.

Ursachen des Klopfens. — Amerikanische Versuche zur Bewertung der Brennstoffe auf ihre Neigung zum Klopfen. — Theorie des Klopfens. — Neue Mittel zum Beseitigen des Klopfens.

Mit den Schwierigkeiten, für den Betrieb von Kraftfahrzeugen geeignete Brennstoffe zu erschwinglichen Preisen zu beschaffen, hat sich auch die Häufigkeit des „Klopfens“ der Maschinen gesteigert, einer Erscheinung, die man zwar schon seit den ersten Versuchen mit schnelllaufenden Verbrennungsmaschinen kennt, die aber genauer zu untersuchen, erst die neuere Zeit gezwungen hat. Das „Klopfen“ ist ein metallisch hart klingendes Geräusch, das jedesmal im Augenblick der Zündung im Zylinder der Maschine auftritt und sich von ähnlichen, auf der Abnutzung des Maschinentriebwerkes beruhenden Geräuschen, die wesentlich dumpfer klingen, deutlich unterscheidet. Man führt es heute allgemein darauf zurück, daß die Verbrennung in den Zylindern nicht, wie üblich, unter allmählicher Drucksteigerung vor sich geht, sondern daß, wie bei dem Knall einer Sprengstoffladung, eine plötzliche, schlagähnliche Steigerung des Druckes im Zylinder stattfindet, welche zunächst die Leistung der Maschine nicht zu beeinträchtigen braucht, sondern sie, im Gegenteil, infolge günstigerer Ausnutzung der Verbrennungswärme, sogar etwas steigern kann. Das metallische Klingen hierbei kann man sich z. B. so erklären, daß die im Augenblick des Zerknalls auftretenden Höchstdrücke zu große Flächendrücke in den Lagern hervorrufen, so daß deren Metallflächen unter Verdrängung der Ölschicht unmittelbar aufeinanderschlagen.

Schon aus diesem Grund ist das Klopfen für den Bestand der Maschine äußerst gefährlich, auch wenn man das Geräusch in den Kauf nehmen wollte. Allein die Beobachtung lehrt weiter, daß bei einer klopfenden Maschine nach kurzer Zeit auch Frühzündungen und im Zusammenhang damit erhebliche Einbußen an Leistung auftreten, offenbar weil die gesteigerte Verbrennungswärme der Gase nicht ausreichend schnell aus den Zylindern abgeleitet werden kann und die Maschine sich daher überhitzt.

Abb. 1. Verhalten von Mischbrennstoffen

Die Neigung zum Klopfen steigt bei einer gegebenen Maschine und einem gegebenen Brennstoff mit der Höhe der Vorverdichtung des Gemisches, ist also bei unveränderlichem Verdichtungsverhältnis am größten, wenn die Drossel am Vergaser voll geöffnet wird, wie beim langsamen Anfahren oder beim Hinauffahren auf einer Steigung. Ebenso nimmt die Neigung zum Klopfen mit der Erwärmung der Maschine, z. B. bei heißer Witterung, zu, auch wenn sich sonst nichts ändert. Während aber diese Einflüsse im allgemeinen bekannt waren und durch geeignete Maßnahmen bekämpft werden konnten, hat sich erst in neuerer Zeit ergeben, daß in der großen Reihe von Brennstoffen, die heute beim Betrieb von Kraftfahrzeugen als Ersatz für reines Benzin oder Benzol verwendet werden müssen, einige viel stärker als andere zum Klopfen neigen, insbesondere die schwereren Bestandteile des aus Kohlenwasserstoffen der Paraffinreihe bestehenden Rohöls, die man, vermischt mit entsprechend leichter verdampfbaren Bestandteilen, wie Petroläther und Ligroin, mit Vorliebe zur Herstellung von Benzinersatz verwendet.

Welche Schwierigkeiten sich hieraus für die Versorgung unserer Kraftfahrzeuge ergeben, kann man schon daraus ersehen, daß die gebräuchlichen Fahrzeugmaschinen in bezug auf ihre Verdichtungs- und Kühlverhältnisse sehr verschieden sind, namentlich seit man infolge der gesteigerten Anwendung von Benzol und Benzolspiritus zu höheren Verdichtungen übergegangen ist. Infolgedessen kann es leicht vorkommen, daß ein gegebener Brennstoff für gewisse Bauarten von Kraftwagen unverwendbar ist, weil er Klopfen hervorruft, während er sich bei andern Kraftwagen ohne Schwierigkeiten gebrauchen läßt.

Thomas Midgley und T. A. Boyd haben nun im L boratorium der General Motors Research Corporation, Dayto Ohio, umfangreiche Versuche über diese ganze Frage angeste und über deren Ergebnisse in der Zeitschrift „The Journal Industrial and Engineering Chemistry“[1]) ausführlich bericht Ihre Arbeiten erstrecken sich nicht allein auf eine Einrichtu zum Prüfen und Bewerten der Neigung eines Brennstoffes zu Klopfen, sondern auch auf die Angabe von Mitteln, um die Neigung zu bekämpfen, und man kann wohl sagen, daß dadur das Klopfen seine Gefahren für die Praxis vollkommen verlor hat. Die Tragweite dieser Arbeiten wird namentlich dadur gesteigert, daß man allgemein bei Kraftfahrzeugmaschinen u noch viel mehr bei den Maschinen für Flugzeuge danach stre die Verdichtungsverhältnisse zu steigern, um höchste Wirtscha lichkeit und insbesondere geringes Einheitsgewicht zu erziel Diese Versuche sind aber bisher dadurch behindert worden, d man keine Mittel kannte, um das Klopfen beim Überschrei eines bestimmten Verdichtungsgrades zu vermeiden.

Die Einrichtung zum Prüfen und Bewerten der Neigu eines Brennstoffes zum Klopfen besteht aus einem kleinen I dikatorkolben, der in den Brennraum des Zylinders eingese und mittels einer kräftigen Feder so belastet wird, daß er un dem Einfluß der üblichen Zündungen geringe Hübe ausfüh Man kann diese Bewegungen zum Antrieb eines kleinen Spieg verwenden und auf diese Weise den Zylinder indizieren. vorliegenden Fall r aber auf dem Kol ein schwerer Stahl zen, der emporgeschl dert wird und ei elektrischen Stromk schließt, sobald im linder statt der üblich Zündung ein Knall a tritt. Während die Hi des Kolbens bei lichen Zündungen rd. 0,05 bis 0,1 mm tragen, hat man b Klopfen schon bis 38 mm Hub des St bolzens beobachtet. Maß für die Neig des Brennstoffes z Klopfen dient die Z während deren der wähnte Stromkreis Laufe einer bestimm Betriebszeit der schine geschlossen halten wird. Zu sem Zweck ist an Stromkreis eine elek lytische Zelle mit a säuertem, destillier Wasser angeschlos an deren Glasteil man die während einer bestimmten Betriebsdauer erzeugte K gasmenge unmittelbar ablesen kann.

Abb. 2. Verdampfungslinien flüssiger Brennstoffe.

Die Messungen an einem gegebenen Brennstoff werden ausgeführt, daß man die Versuchsmaschine einmal mit dien Brennstoff und dann, ohne die Vergasereinstellung zu ändern, einem Vergleichsbrennstoff laufen läßt, dessen Neigung Klopfen man genau regelt, bis beide Brennstoffe gleiches halten zeigen. Als Vergleichsbrennstoff dient gewöhnliches troleum, das stark zum Klopfen neigt, aber durch Zusatz geringer Mengen von Xylidin, einem aromatischen Amin, daß es sich sonst ändert, gut verwendbar gemacht werden k In dieser Weise kann man z. B. finden, daß ein Gemisch 45 Teilen Benzol und 55 Teilen Petroleum hinsichtlich der gung zum Klopfen reinem Petroleum gleichwertig ist, dem nur rd. 5 vH Xylidin zugesetzt hat.

Die Ergebnisse einer Reihe von planmäßigen Messu dieser Art zeigt Abb. 1. Als Abszissen sind die Mischu verhältnisse (Raumteile) der jeweils aus einem aromatis Kohlenwasserstoff (Petroleum, Benzin) und einem Kohlenwa stoff der Paraffinreihe (Benzol, Toluol, Xylol) bestehe Brennstoffmischung, als Ordinaten die Anzahl der Raumteil Xylidin aufgetragen, die man gewöhnlichem Petroleum zuse mußte, um gleiches Verhalten hinsichtlich des Klopfens zu zielen. Der Maßstab an der rechten Seite des Diagrammes

[1]) Bd. 14 Juli und Oktober 1922.

t annähernd an, wie hoch man durch Zusatz der entsprechen-
n Mengen von Xylidin zu Petroleum den Enddruck der Vor-
rdichtung in der Maschine steigern kann, ohne daß der Betrieb
irch Klopfen gestört wird.

Nähere Angaben über die bei den Versuchen benutzten
rennstoffe enthält die nachstehende

Zahlentafel 1.

Kohlenwasserstoff	Petroleum	Handelsbenzin	Leichtbenzin	90er Benzol	Toluol	Xylol
Spez. Gewicht bei 15° C	0,816	0,734	0,704	0,878	rd. 0,860	rd. 0,860
Es waren übergegangen: (…dampfung, s. a. Abb. 2.)						
Der erste Tropfen bei ° C	186	40	44	74	107	135
10 vH " "	201	65	59	77,5	108	136
20 vH " "	207	83,5	68,5	78,7	108,5	136,2
30 vH " "	212	99	76	79,2	108,6	136,5
40 vH " "	217,5	111,5	82,7	79,8	108,7	136,7
50 vH " "	222	125	89,3	80,1	108,8	136,9
60 vH " "	227,5	140	96	80,5	108,8	137,3
70 vH " "	233,5	157,5	103	81,1	108,8	137,3
80 vH " "	241	177	114	82	108,9	137,5
90 vH " "	253,5	200	128	85	109	137,8
95 vH " "	268	219	157	92,5	109,2	138,1
Der letzte Rest Feuchtigkeit " "	291	226	178	—	—	—

Der besseren Anschaulichkeit wegen sind die Ergebnisse
: fraktionierten Verdampfung dieser Brennstoffe noch in
ıb. 2 aufgetragen.

Zur Ausführung dieser Versuche diente eine mit Luft-
hlung arbeitende Einzylindermaschine von 63,5 mm Zyl.-Dmr.
d 127 mm Hub, deren Verdichtungsverhältnis durch Aus-
chseln des Zylinderkopfes zwischen 3,47 und 5,36 verändert
rden konnte.

Abb. 1 ermöglicht, die verschiedenen vorkommenden Mischun-
ı von Kohlenwasserstoffen aus der aromatischen und der
raffinreihe auf ihr Verhalten hinsichtlich des Klopfens zu
rteilen und die zulässigen Vorverdichtungen sofort abzulesen.
zeigt, daß Mischungen mit gewöhnlichem Petroleum, gleich-
l ob mit Benzol, Toluol oder Xylol, im allgemeinen weniger
stig als Mischungen mit Benzin sind.

Die weiteren Versuche befaßten sich dann mit der Erfor-
ung der physikalischen Vorgänge beim Klopfen und mit
Auffindung von Stoffen, die als Mittel zum Verhindern
Klopfens, also als „Antiklopfmittel" dienen können. Man
n allerdings nicht sagen, daß die Versuche zum ersten Teil
ser Aufgabe neue Beiträge geliefert haben. Nach wie vor
ben für das Auftreten von Verbrennungen mit Klopfen zwei
eorien bestehen: Nach der einen, der sogenannten Selbstzün-
dungstheorie, wird der noch nicht entzündete Teil der Zylinder-
ladung durch die Ausdehnung des entzündeten Teiles so stark
verdichtet, daß er bis über die Grenze der Selbstzündung erhitzt
und infolgedessen nicht mehr fortschreitend, sondern im ganzen
entflammt und so eine schlagartig wirkende Drucksteigerung im
Zylinder hervorgerufen wird; nach der andern Theorie beruht
dagegen das Klopfen nur darauf, daß eine Zündwelle von sehr
hoher Geschwindigkeit und hohem Druck entsteht, die gegen die
Zylinderwand stößt und dadurch den bekannten Ton erzeugt.
Wenn nunmehr die Versuche ergeben haben, daß man das
Klopfen durch Hinzusetzen verhältnismäßig sehr geringer Men-
gen von gewissen Stoffen vermeiden kann, so kann die Wirkung
dieser Stoffe ebenso gut darauf beruhen, daß sie die Grenze der
Selbstzündung des Brennstoffes erniedrigen (erste Theorie) oder
daß sie die Geschwindigkeit der Zündwelle vermindern (zweite
Theorie), so daß für die Aufklärung der Vorgänge dadurch noch
nichts gewonnen wird[1]).

Wohl aber ist es gelungen, eine große Anzahl von Stoffen
zu finden, die man ähnlich, wie das schon genannte Xylidin,
auch in ganz geringen Mengen dem Brennstoff zusetzen oder
unmittelbar in den Brennraum des Zylinders einführen kann,
um das Klopfen zu verhindern. Als besonders günstig haben
sich dabei alkoholische Metallverbindungen, wie Diäthyltellurid
$(C_2H_5)_2Te$ oder Diäthylselenid $(C_2H_5)_2Se$ erwiesen, die
schon in Mengen von 0,1 vH wirken, also den Brennstoff in
bezug auf Verdampfeigenschaften und Heizwert nicht beeinflussen.
Daneben sind auch verschiedene Stickstoffverbindungen, am
besten die Amine, als Schutzmittel gegen das Klopfen brauchbar.

Wie augenfällig die Wirkung dieser Stoffe ist, lehrt folgen-
der Versuch an der schon erwähnten Einzylindermaschine:
Wenn man diese Maschine bei Einstellung des Verdichtungs-
verhältnisses auf 5,3 mit gewöhnlichem Handelsbenzin laufen
läßt, so klopft sie laut, und man kann das Auftreten von
Schlägen außerdem an dem Aufleuchten der elektrischen Lampe
sowie daran erkennen, daß in der elektrolytischen Gaszelle
Knallgasbläschen in großer Menge aufsteigen. Hält man aber
an die Luftsaugöffnung des Vergasers dieser Maschine den offenen
Hals eines Fläschchens mit Diäthylselenid, so hört das Klopfen so-
fort auf, und die Maschine erlangt wieder ihre volle Leistung.

Man kann diesen ungestörten Betrieb auch erreichen, wenn
man statt Handelsbenzin eine Mischung aus 65 Teilen Handels-
benzin und 35 Teilen Benzol als Brennstoff verwendet. Dagegen
kehrt das Klopfen sofort wieder, wenn man den Vergaser nicht
reine Luft, sondern Luft mit einem geringen Inhalt von Dämpfen
eines leicht flüssigen Nitrates oder Nitrits, z. B. von Isopropyl-
nitrit, ansaugen läßt. Ähnlich, wenn auch nur halb so stark,
wirken Dämpfe von Brom. [1511]

[1]) Neuerdings hat C. A. Normann in „Automotive Industrie" vom
17. August 1922 Versuche mitgeteilt, wonach man das Klopfen selbst bei Petroleum-
betrieb und 4,5 Verdichtungsverhältnis vermeiden kann, wenn man nicht
weniger als vier Zündkerzen benutzt. Das spräche für die Richtigkeit der
Selbstzündungstheorie, denn die vielen gleichzeitig eingeleiteten Zündungen
verhindern, daß sich ein bis zur Grenze der Selbstzündung verdichteter Rest
der Ladung im Zylinder überhaupt bildet.

e Schweißung der großen Domglocke zu Berlin.

Über die Schweißung der großen Bronzeglocke im Berliner Dom,
am Todestage der Kaiserin gesprungen war, entnehmen wir einem
icht des Oberingenieurs Adolf Felix, Charlottenburg, folgende
zelheiten: Obwohl noch keine Erfahrungen im Schweißen großer
nzeglocken zur Verfügung standen, entschloß man sich doch, die
derherstellung durch Schweißen vornehmen zu lassen, da sich die
für veranschlagten Kosten auf einen verhältnismäßig geringen Teil
Neu- oder Umgießkosten stellten und außerdem auch die Gewähr
rnommen wurde, daß das Tonbild der geschweißten Glocke in sich
im Zusammenklang mit den beiden kleineren Glocken nicht wesent-
verändert werden würde.

Die Arbeiten sind an Ort und Stelle, im Glockenturm, durchge-
't worden. Nachdem man durch die chemische Analyse zweier ge-
veißter Probestücke aus dem Glockenrand festgestellt hatte, daß
Zusammensetzung an der Schweißstelle keine nennenswerten Unter-
ede gegenüber dem Urmaterial aufwies und auch die Gefügeunter-
ıung weder Poren noch undichte Stellen ergeben hatte, wurde
st an dem 90 cm langen, vom Glockenrand senkrecht nach oben
enden Sprung und noch 20 cm darüber hinaus eine Schweißfuge
45° ausgearbeitet. Hierbei entdeckte man im Glockenmantel an
Anschlagstelle des Klöppels eine Lunkerstelle von etwa Hühnereigröße,
wahrscheinlich die Ursache des Zerspringens der Glocke gewesen war.
Um alle Teile möglichst gleichmäßig zu erwärmen, baute man
die Glocke ein feuerfestes Gemäuer. Hierzu wurde die Glocke
der Schweißstelle nach oben umgelegt, damit die Schweißung
recht vor sich gehen konnte. Die Glocke wurde oben durch
nbleche abgedeckt, die jeweils nur so weit entfernt wurden, als
Schweißarbeit es erforderte. Sodann wurde die Glocke ganz all-
lich zum Ausgleich von Spannungen in etwa 14 Stunden bis auf
00° angeheizt. Sie noch mehr zu erwärmen, war nicht angängig, da die
ze schon bei 600° nur noch 1/8 der ursprünglichen Festigkeit aufweist.
Die Schweißung mit Sauerstoff und Azetylen-Flaschengas, die
r sehr weit gehenden Vorsichtsmaßregeln erfolgen mußte, dauerte
len ersten Riß neun Stunden. Als Schweißzusatz wurden Bronze-
stäbe von 10 bis 22 mm Dmr. und als Flußmittel ein für diesen Zweck
besonders zusammengesetztes Schweißpulver benutzt. Sehr schwierig
gestaltete sich die erste Verbindung des Schweißzusatzes mit dem
Urmetall, das hierzu eine Stunde lang mit der Schweißflamme be-
arbeitet werden mußte. Hierbei und bei der ganzen Schweißarbeit
durfte das Glockenmetall nur mit dem Flammenmantel bestrichen
werden, damit das leichter flüssige Zinn der Legierung nicht ver-
dunstet. Die Flamme durfte auch keinen Überschuß an Sauerstoff
oder Azetylen enthalten, die schädliche Verbindungen mit der ge-
schmolzenen Legierung eingehen. Nach der Schweißung wurde die
Glocke vollständig abgedeckt und so allmählich abgekühlt. Die Um-
mauerung wurde erst nach acht Tagen abgerissen.

Die Untersuchung ergab, daß sich die Befürchtung bewahrheitete,
die man vor der Schweißung wegen weiterer unsichtbarer Risse gehegt
hatte. Am Ende des ersten Risses waren, nach links und rechts
laufend, neue 40 und 50 cm lange Sprünge entstanden. Die
Schweißung des ersten Risses war gut gelungen. Um auch noch vor-
handene weitere unsichtbare Risse festzustellen, wurde die Glocke
noch einmal in der gleichen Lage wie zuerst angeheizt. Danach
zeigte sich, daß sich die beiden Risse um den Mantel herum in 3 m
Gesamtlänge fortsetzten, so daß die Glocke nur an zwei Stellen von
20 und 50 cm Breite zusammengehalten wurde.

Erst jetzt konnte an die endgültige Schweißung gegangen werden.
Die bereits hergestellte Schweißnaht wurde wieder geöffnet und ge-
meinsam mit den andern Nähten von neuem ausgearbeitet. Das Her-
stellen der insgesamt 4,6 m langen und 55 bis 160 mm weiten Naht
bei durchweg senkrechter Schweißarbeit dauerte 13 Stunden und er-
forderte 102 kg Bronze.

Die erste nach acht Tagen angestellte vorläufige Untersuchung
zeigte keine neuen Risse. Die Klangprüfung durch einen ersten Sach-
verständigen ergab, daß der Ton der Glocke dieselbe Schwingungs-
zahl hatte wie vor dem Zerspringen. Der Klang war sogar voller
und schöner geworden, was vermutlich auf die Beseitigung der vorge-
fundenen Lunkerstelle zurückzuführen ist. Durch diese der Firma Sedl-
bauer & Sommerfeld, Berlin, gutgelungene Schweißung sind der noch
jungen Guß-Schweißtechnik neue Wege geöffnet worden. [M 347] Sd.

CHRONIK 1922

(Schluß von Seite 111.)

Metalle und Legierungen.

Im vergangenen Jahre haben sich, der Not der Zeit entsprechend, Metallhüttenkunde wie Metallkunde wieder ausschließlich der Unterstützung solcher Aufgaben gewidmet, deren Lösung dem Wohl des Volksganzen dient. Für Arbeiten, die lediglich auf weitere Fortschritte und Vervollkommnungen gerichtet sind, haben wir nicht mehr wie in Vorkriegstagen die Zeit. Einerseits sind unter den Leitern der technischen Betriebe sogar die technischen mit den im Augenblick lebenswichtigeren wirtschaftlichen Fragen überlastet, anderseits muß allgemein unsere erste Sorge noch immer der Frage der Ersatzmetalle gelten.

Ersatzmetalle und Leichtlegierungen Von einem Teil der wichtigen Metalle wie Kupfer, Nickel, Zinn usw. schnüren uns die Valutaverhältnisse ab, von einem andern Teil wie Zink und Blei die Abtretungen infolge des Versailler Zwangfriedens. Soweit wie irgend möglich müssen wir Ersatz zu schaffen suchen durch Metalle, die überall im Erdboden vorkommen, und das sind die Leichtmetalle, vor allem das Aluminium, daneben aber auch Magnesium, Silizium, Kalzium u. a. m. Wir können bereits heute mit Stolz sagen, daß viele der sogenannten Ersatzmetalle in einem solchen Maße vervollkommnet worden sind, daß sie bereits diejenigen Metalle, welche sie einst ersetzen sollten, übertreffen. Die Bedrängung, die Deutschland gegenwärtig durch eine feindliche Umwelt erleidet, wird lediglich dazu dienen, seine Kräfte und Fähigkeiten zu steigern, und Deutschland wird berufen sein, aus seiner Not heraus ein neues Zeitalter der Leichtmetalle heraufzuführen, das mit all seinen bedeutsamen Einflüssen auf die Umgestaltung der gesamten Technik, besonders aber des Luftverkehrs, das bisherige Zeitalter des Eisens ablösen wird.

Von den Nichteisenmetallen sind immer noch Kupfer und Messing die wichtigsten. Gemäß dem oben Gesagten war die Arbeit des letzten Jahres weniger darauf gerichtet, beide Metalle zu verbessern als sie zu ersetzen. Als Ersatzmittel treten in erster Linie Aluminium und Aluminiumlegierungen ein; die stärkste Verwendung findet das Kupfer als Leitungsmaterial. Als solches ist reines Aluminium sein stärkster Mitbewerber mit einer zwar nur halb so großen Leitfähigkeit, aber einem weniger als ein Drittel betragenden Gewicht. Eine für die baldige Zukunft zu erwartende Preissenkung des Aluminiums im Verhältnis zum Kupfer wird die Entwicklung begünstigen; dem immer noch entgegenstehenden ganz ungerechtfertigten Vorurteil weiter Kreise hat ein besonders zur Bearbeitung dieser Frage eingesetzter Ausschuß der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde in sehr dankenswerter Weise entgegengewirkt. Das nächste Gebiet, das das Aluminium dem Kupfer abringen wird, werden die Dynamowicklungen sein.

Messing Messing wird in seiner Bedeutung für die Technik durch seine Goldfarbe gehalten. Alle andern Eigenschaften, mechanische wie chemische, lassen sich schon heute auch durch billigere Legierungen erzielen. Die Goldfarbe jedoch erreichen wir nur durch Verwendung von Kupfer als Hauptbestandteil (von Gold selbstverständlich abgesehen), und von den in Frage kommenden Zusätzen ist und bleibt Zink das billigste. Messing wird also immer ein wichtiger metallischer Baustoff bleiben. Es ist deshalb sehr zu begrüßen, daß für die wichtigsten Formen dieses Metalls eine einheitliche Normung geschaffen ist, so vorsichtig man im übrigen auch mit der Normung sein muß, wenn sie nicht hemmend der Fortentwicklung im Wege stehen soll. Auch dürfte es Schwierigkeiten machen, die in der Technik bekannten, bisher etwa 10 000 verschiedenen Legierungen zu normen.

Bronze Anders steht es mit der Bronze, und zwar der echten Kupfer-Zinn-Bronze. Diese wird seltener ihrer äußeren Schönheit halber als wegen ihrer glänzenden Bewährung für schwere Lager verwendet. Versuche, sie in dieser Verwendung zu ersetzen, sind im letzten Jahre noch nicht mit dem genügenden Nachdruck betrieben worden. Planvoll und mit Energie angepackt, ist diese Aufgabe in wenigen Jahren zu lösen, so daß das Zinn zur großen Entlastung unserer Volkswirtschaft aus diesen Legierungen verschwinden kann.

Neue Lagermetalle Für nicht allzu schwere Lager verwendet man seit jeher statt der Bronzen vor allem zinnreiche, seltener bleireiche Legierungen. Es ist deutschen Erfindern gelungen, eine Reihe verschiedener bleireicher Legierungen zu schaffen, welche die früheren weit übertreffen und den zinnreichen mindestens ebenbürtig sind. Erwähnt sei das rasch zu weiter Verbreitung gelangte Thermitlagermetall von Th. Goldschmidt A.-G., Essen, und das noch höhere Belastungen vertragende (Lokomotivachslager), aber beim Umschmelzen weitaus schwerer zu handhabende Lurgi-Metall der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft, Frankfurt a. Main.

Zinklegierungen gewinnen Bedeutung für die sogenannten Fertiggußerzeugnisse (Spritzguß), die durch Ersparung einer Unsumme mechanischer Kleinarbeit hohe Bedeutung haben.

Hochschmelzende Legierungen Das Gebiet der hochschmelzenden Legierungen mit den Grundmetallen Eisen, Nickel oder auch Kobalt mit reichlichen Zusätzen anderer hochschmelzender Metalle, wie Mangan, Chrom, Molybdän, Wolfram, Vanadin, Titan usw., ist an verschiedenen Stellen zunächst zaghaft in Angriff genommen. Dieses Gebiet liefert Legierungen, die man als Halbedellegierungen bis Edellegierungen bezeichnen kann, da sie edle mechanische und chemische Eigenschaften mit Herstellkosten verbinden, die etwa das Doppelte des Nickelpreises betragen. Die ersten Proben solcher Legierungen sind im letzten Jahr bekannt geworden; hierher gehört auch der amerikanische Stellit[1]); sie bilden einen Übergang zu den in jüngerer Zeit hervorgetretenen rostfreien Edelstählen.

Aluminiumlegierungen Am lebhaftesten ist wohl, und zwar mit Recht, zurzeit in wissenschaftlichen und technischen Arbeitstätten die Forschertätigkeit auf dem Gebiet der Aluminiumlegierungen. Hier schälen sich in einer auffälligen Analogie zum Eisen zwei gesonderte Aufgaben immer deutlicher heraus. Wie nämlich beim Eisen sich Stahl und Gußeisen gegeneinander abgrenzen, so grenzen sich auch bei den Aluminiumlegierungen solche mit stahlartigen Eigenschaften gegen Gußlegierungen ab. Die Rolle, die der Kohlenstoff für das Eisen spielt, wird einmal das Silizium für das Aluminium spielen. Die in den letzten Jahren bestätigte Entdeckung, daß das Silizium keineswegs ein schädlicher Bestandteil des Aluminiums zu sein braucht, sondern unter gewissen technisch durchaus möglichen Voraussetzungen bis zu Gehalten von 13 vH ein sehr nützlicher Bestandteil sein kann, wird die alte Furcht vor der Verwendung kieselsäurehaltigen Materials bei der Gewinnung des Aluminiums durch Schmelzelektrolyse für viele Zwecke völlig beseitigen. Die Verwendung von Aluminium-Gußlegierungen mit oder ohne Silizium macht insbesondere für Motorengehäuse unaufhörliche Fortschritte[2]). Auf dem andern Gebiete der stahlartigen Aluminiumlegierungen hat seinerzeit das Wilmsche Verfahren der Aluminiumveredlung Bahn gebrochen; das daraus entstandene Duralumin hat sich im Kriege technisch voll ausreifen können, andere Aluminiumlegierungen von gleichen mechanischen Eigenschaften sind aber bislang nicht marktfähig geworden.

Metallhüttenwesen Die Metallhüttenkunde hat tiefgreifende Wandlungen in der letzten Zeit nicht erlebt. Die neuerdings für die Metallkunde Bedeutung erlangenden Elemente werden in verhältnismäßig kleinen Mengen gebraucht und nach Verfahren gewonnen, die man fast Laboratoriumsverfahren nennen könnte. Die verhängnisvollen Folgen der Kriegswirtschaft äußern sich in dem Vorhandensein einer Unmasse stark verunreinigten Altmaterials, das nun ebenso zum Ausgangstoff neuer Hüttenverfahren dienen muß wie früher die Erze. Hier haben sich eine ganze Reihe beachtenswerter Sonderverfahren entwickelt, die leider die gegenseitige Eifersucht der einzelnen Werke der Öffentlichkeit vorenthält. So müssen dieselben Verfahren in vervielfachter Arbeit in derselben Weise an verschiedenen Stellen immer neu erfunden werden. [M 344] W. Gürtler.

Maschinenteile.

Im Handel einzeln käufliche Maschinenteile.

Bahnbrechende Neuerungen waren nicht zu erwarten. Die zahlreichen Änderungen und Verbesserungen lassen sich ohne Abbildungen nur schwer erörtern.

Niete, Keile, Schrauben Starker Einfluß der Normung. Fortschritte im Fräsen und Rollen der Gewinde. Ankerschrauben, aus Rundeisen im Gesenk gepreßt.

Lager Verbesserung der Gleitlager auf Grund genauer Kenntnis der Lagermetalle, Lagerdrücke, Ölverteilung. Erprobung eines Lagerfutters aus Weißmetall mit eingelagerten, bituminösen Steinen[3]. Konstruktiv gut durchgeführte Lagerung kurzer Vorgelegewellen (die beiden Lagerträger bilden ein Gußstück). Weitere Ausbildung des Einring-Drucklager (Stützlager). Fortschritte im Einbau der Kugellager, vermehrte Anwendung der Rollenlager[4]). Verbesserte Käfige, gute Sicherung gegen Staub und Wasser.

Zahnräder Einfluß tiefschürfender, theoretischer Untersuchungen auf die Zahnhöhenkorrektion. Verbesserung der Zahnradbearbeitung[5]). Aufspüren der scheinbar unbedeutenden Einflüsse (einseitige Erwärmung, elastische Durchbiegung, periodische Schwingung), die einen unrichtigen Gang der Räder verursachen. Bau großer Getriebe mit gehärteten und geschliffenen Zahnflanken. (Auf den Wettbewerb der „Zahnradumformer" mit den „Flüssigkeitsgetrieben" sei kurz verwiesen.)

Absperrorgane An Neuerungen seien erwähnt: Hähne bis zu 100 mm Dmr., deren Hahnkegel vor dem Öffnen angelüftet und nach dem Schließen niedergepreßt wird; Ventile, die einen geraden und unverengten Durchlaß freigeben; Schieber, bei denen durch besondere Einrichtungen die Dichtungsflächen beim Schließen gleichmäßig angepreßt werden[6]); Schieber mit kreisförmig bewegten ebenen Dichtungsflächen (Drehschieber) usf.

Die Normung und Typenbildung gestattet wirtschaftliche Herstellung von Armaturteilen in Sonderfabriken, z. B. das Schmieden der Ventildeckel (aus einem Stück mit der Spindelführung) im Gesenk.

Maschinenteile, die Bestandteile einer Kraft- oder Arbeitsmaschine sind.

Die Fortschritte könnten nur im Zusammenhang mit den zugehörigen Maschinen erörtert werden. Soweit es sich um rein konstruktive Änderungen handelt, sind sie namentlich beeinflußt durch eingehende Untersuchungen über den Werkstoff, über die Bedingungen für dichten, spannungsfreien Guß und über die Kerbwirkung. [M 33.] C. Volk.

[1]) Z. 1921 S. 1101. [2]) Z. 1921 S. 1158. [3]) Z. 1922 S. 915.
[4]) Z. 1922 S. 269. [5]) Z. 1921 S. 673, 1301, 1376. [6]) Z. 1921 S. 198.

RUNDSCHAU.

Aus dem Ausland.

Wasserkraftanlagen und Wasserwirtschaft.

Die Kraftwerke an den Norefällen in Norwegen.

Die an den Norefällen, etwa 80 km nordwestlich von Kristiania, ·h einem 1914 festgelegten Plan erbauten Wasserkraftanlagen bilden .en Teil des Planes zur Versorgung des ganzen Landes mit Strom n 110 000 V. Das Niederschlagsgebiet der Fälle umfaßt 1770 km², a denen die höher gelegenen Teile zum Hardangergebiet zu rechnen d. Dieses mehr als 1200 m ü. M. liegende Hochland ergießt seine ·derschläge in den Laag, der 719 m ü. M. den Tunhövdfjord

Abb. 1 u. 2. Wasserschloß Rödberg.

iet. Unterhalb dieses Sees folgen auf etwa 9 km Länge die Norefälle, i Reihe kleinerer und größerer Wasserfälle mit insgesamt 420 m höhe. Unterhalb mündet der Fluß in den Norefjord.

Die Anlage umfaßt eine bis + 737 m reichende Staumauer am Ende Tunhövdfjords, zwei nebeneinanderliegende Felstunnel mit eiför·m Querschnitt von 40 m², ein Wasserschloß und das Kraftwerk bei

Abb. 3 u. 4. Wasserschloß Norefjord.

Rödberg (Oberwerk), ferner eine zweite Talsperre unterhalb Rödberg mit 3750 m langem Felstunnel und Kraftwerk am Norefjord (Unterwerk). Der Stauinhalt des Tunhövdbeckens beträgt 356 Mill. m³. Von den beiden 5300 bzw. 5200 m langen Felstunneln ist zunächst nur einer mit 6,6 m Breite ausgeführt worden. Der andre wird 7,2 m breit werden. Der Tunnel fällt bis zum Wasserschloß auf + 703 m Schwellenhöhe und steht je nach der Füllung des Staubeckens unter 23 bis 31 m Wasserdruck.

Das 8 m hohe schachtartige Wasserschloß, Abb. 1 und 2, ist 39,5 m lang und 7,75 m breit, mit einem Überlauf versehen und durch eine Querwand geteilt, in deren Fuß sich elf mit Gleitschützen verschließbare Öffnungen befinden. Dann folgen Rechen und die Mundstücke der elf Druckrohre, die mit rd. 920 m Länge das Maschinenhaus erreichen, dessen Fußboden auf + 375 m liegt. Ihr innerer Durchmesser vermindert sich von 1,65 m auf 1,26 m. Sie sind am Wasserschloß in vier Gruppen, drei zu drei und eine zu zwei, weiterhin in zwei zu sechs und fünf Rohren zusammengefaßt. Von den Gruppen von je fünf bzw. sechs Rohren wird das verbrauchte Wasser in je einem besonderen Tunnel unter dem Maschinenhaus nach außen geführt. Für den vollen Ausbau sind zwölf Peltonturbinen von je 21 500 PS vorgesehen, davon eine zur Aushilfe, so daß die erreichbare Leistung 236 500 PS beträgt. Die Turbinen arbeiten bei 300 Uml./min mit 341 wirksamer Druckhöhe. Es wird Drehstrom von 12 000 V bei 50 Per./s erzeugt, der durch Transformatoren auf 110 000 V gebracht wird.

Dicht unterhalb Rödberg bildet eine zweite stromaufwärts gekrümmte Staumauer einen Ausgleichbehälter mit + 369 m Wasserspiegelhöhe für 1 Mill. m³. Das Wasser wird dem Unterwerk durch einen 3750 m langen Tunnel zugeführt, bei einer Störung des Oberwerkes jedoch durch das Tal der Numedalslaagen und einen weiteren Felstunnel. Den Tunneleinlaß bei Rödberg verschließt eine Stoney-Schütze. Von dort bis zum Übergang in die Druckrohre fällt die Tunnelsohle auf + 350 m. Der Tunnelquerschnitt beträgt 42 m². An das Wasserschloß, Abb. 3 und 4, schließen sich sechs Druckrohre von 2,65 bis 2,45 m l. W. an, die auf 139 m Länge bis + 260 m steil in das Kraftwerk abfallen. Die im Unterwerk vorhandenen sechs Maschinen leisten je 16 500 PS. (Zentralblatt der Bauverwaltung 9. Sept. 1922.) [1566] Fr.

Der Ausbau der Wasserkräfte in Österreich.

Die gegenwärtige Wirtschaftslage, insbesondere aber der ständige Kohlenmangel und die hohen Kohlenpreise haben den raschesten Ausbau der Wasserkräfte in der Bundesrepublik Österreich zu einer der dringendsten Forderungen erhoben. Der durch den Frieden von St. Germain auf weniger als ein Drittel seines Flächenraumes verkleinerte Staat Österreich verfügt immerhin noch mit 4 bis 5 Mill. Brutto-PS über den größern Teil seiner alpenländischen Wasserkräfte, von denen rd. 1¾ Mill. PS als ausbauwürdige Großwasserkräfte bezeichnet werden können, und steht somit bei 22 PS/km² an zweiter Stelle nach der Schweiz (50 PS/km²). Zurzeit sind kaum 10 vH dieser Wasserkräfte ausgebaut, wovon 175 000 PS auf Elektrizitätswerke und weitere 110 000 PS auf im Bau begriffene Werke entfallen.

Der gegenwärtige Kraftbedarf kann auf statistischer Grundlage mit 0,1 PS (gegen 0,25 PS in der Schweiz) auf den Kopf der Bevölkerung eingeschätzt werden, wozu noch der gleiche Betrag als Zuschlag für industrielle Anlagen hinzukommt. Auf dieser Grundlage kann man mit einem Gesamtbedarf von 900 000 PS rechnen; dazu ist noch der mit 350 000 PS (vorläufig 100 000 PS) eingeschätzte Bedarf für den Bahnbetrieb sowie die weitere Entwicklung des Strombedarfs, insbesondere der elektrotechnischen Anlagen, hinzuzurechnen, so daß in absehbarer Zeit der volle Ausbau der Großwasserkräfte möglich sein wird. Bei 15 Mill. t jährlichem Kohlenverbrauch kann schon im ersten Ausbau rd. ⅓ dieser Kohlenmenge durch Wasserkräfte gedeckt werden.

Die Verteilung der Wasserkräfte auf die einzelnen Länder ist zwar ziemlich verschieden, doch kann bei Zusammenschluß und Ausgleich der Kraftquellen mit einer gleichmäßigen Abgabe und hohen Ausnutzung der Anlagen gerechnet werden. Neben dem bereits in Angriff genommenen elektrischen Betrieb der Bundesbahnen (Arlbergstrecke, Spullerseewerk[1])) ist durch die seit Kriegsende erfolgte Gründung von großen gemischtwirtschaftlichen Unternehmungen die Inangriffnahme des Ausbaues der Wasserkräfte wesentlich gefördert worden. Über die wesentlichsten Ziele dieser Neugründungen und über den gegenwärtigen Stand der Anlagen ist im Folgenden kurz berichtet.

Die älteste und baulich am weitesten fortgeschrittene Unternehmung stellt die Oberösterreichische Wasserkraft und Elektrizitäts-A.-G. dar, an der das Land, der Bundesstaat, die Stadtgemeinde Linz und mehrere Privatgesellschaften beteiligt sind. Sie errichtet gegenwärtig in Partenstein an der Großen Mühl eine in verschiedener Hinsicht bemerkenswerte Hochdruck-Wasserkraftanlage für eine Ausbauleistung von 42 000 PS, die als reines Spitzenwerk zunächst zur Versorgung des Industriegebietes in Oberösterreich dienen soll; unterstützt wird dieses Werk durch das Dampfkraftwerk der Waffenfabrik in Steyr, mit der es durch eine 110 kV-Leitung verbunden ist. Das Werk soll im Jahre 1923 bereits in Betrieb gelangen.

Eine weitere Gründung bedeutet die Wasserkraftwerke-A.-G., welche die Stromversorgung der Bundeshauptstadt Wien durch eine 135 km lange 110 kV-Fernleitung aus den im Bau befindlichen

[1]) Z. 1919 S. 933, 1920 S. 607, 1922 S. 851.

Ybbswerken (15 000 kW) übernommen hat; als erste Stufe des Bauplanes gelangt zunächst das Kraftwerk Opponitz-Göstling (12 500 PS) zur Ausführung, dessen Bau im Januar 1922 begonnen wurde; in dem Transformatorenwerk Floridsdorf soll die Spannung von 110 kV auf 28 000 V für das Kabelnetz von Wien herabgesetzt werden. Über den Ausbau der Donauwasserkräfte liegt eine Reihe mit großer Sorgfalt ausgearbeiteter Entwürfe vor, deren Durchführung jedoch große technische und rechtliche Schwierigkeiten gegenüberstehen.

Einen durchaus großzügig durchgearbeiteten Plan hat die Steierische Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G. aufgestellt, der in der von Oberbaurat Hofbauer verfaßten Denkschrift „Das steirische Großkraftwerksunternehmen" ausführlich dargelegt wird. Der Entwurf umfaßt die Versorgung dieses Landes in fünf Bezirken durch eine Reihe kuppelbarer Niederdruck-, Ausgleich- und Speicherwerke mit einer Gesamtleistung von 360 000 PS (250 000 kW). Die größte dieser Anlagen bilden die Ennskraftwerke im Gesäuse mit einer höchsten Ausbauleistung von 168 000 PS. Die erzeugte elektrische Energie soll zur Landesversorgung, zum Betrieb der Hauptbahnlinien und zur Versorgung der steierischen Großindustrie, nach Maßgabe des Ausbaues auch zur Übertragung bis nach Wien und dem niederösterreichischen Industriegebiet herangezogen werden. Vorläufig werden zur Versorgung der Landeshauptstadt Graz die Teigitschwerke (28 000 PS), eine Hochdruckanlage mit Tagesspeicherung, errichtet. An diesem Unternehmen sind außer dem Lande Steiermark und der Industrie auch ein Wiener Bankenkonsortium beteiligt.

Das Land Salzburg verfügt trotz seines kleinen Flächenraumes über reichlich 300 000 PS an Wasserkräften. Mehr als 20 000 PS befinden sich derzeit im Bau; zunächst die zweite Stufe des Wiestalwerkes (3600 PS) der Stadt Salzburg, ferner das Großarler Werk (4800 PS) der Salzburger A.-G. für Elektrizitätswirtschaft, das Bärnkraftwerk an der Fuscher Ache (4200 bzw. 8400 PS) für elektrochemische Zwecke und eine Reihe kleinerer Überlandwerke, die in Kürze über ein zusammenhängendes Netz verfügen werden.

Auch in Kärnten besteht zurzeit eine gesteigerte Bautätigkeit zwecks Ausnutzung der Landeswasserkräfte; seit Kriegsschluß sind rd. 26 000 PS ausgebaut und weitere 216 Entwürfe mit 30 000 PS Gesamtleistung genehmigt worden oder im Ausbau begriffen. Hier handelt es sich jedoch hauptsächlich um Klein- und Mittelwasserkräfte für Stadtwerke und Industrieanlagen. Verhältnismäßig rückständig erscheint noch der Ausbau der Wasserkräfte in Tirol, wo zwar die Erweiterung der bestehenden städtischen und Bahnwerke (Sill- und Rutzwerk) in Angriff genommen worden ist und ein Plan zur Ausnutzung des Achensees (100 000 PS) für die Landesversorgung besteht; die Baugenehmigung ist von der Stadt Innsbruck bereits erworben worden.

Weit günstiger liegen die Verhältnisse in Vorarlberg, welches Land trotz seines geringen Flächenraumes das am dichtesten ausgebaute Netz von Wasserkraftanlagen besitzt. Unter Beteiligung der Oberschwäbischen Eltwerke (Biberach) und der Bündner Kraftwerke (Chur) ist hier kürzlich ein Unternehmen gegründet worden, das nicht nur die Errichtung eines Überlandwerkes am Gampadelsbach bei Schruns (5000 PS) zur Landesversorgung bezweckt, dessen Bau bereits in Angriff genommen worden ist, sondern auch die Ausfuhr elektrischer Energie bis ins Neckartal nach Württemberg und in den Kanton Graubünden. Dies wird durch den Bau des Lünerseewerkes erreicht, das als Speicherwerk bis zu 400 Mill. kWh jährlich abgeben soll. Die österreichische Bundesregierung hat zu diesem Zweck die Gründung einer Gesellschaft mit ausländischem Kapital zugelassen, um den erschwerenden Einfluß der inländischen Währung ganz auszuschalten.

Eine neue Unternehmung bedeutet auch die kürzlich erfolgte Gründung der Niederösterreichischen Wasserkraftwerke A.-G., die den Zusammenschluß der südlich der Donau im Industriegebiet gelegenen Kraftwerkunternehmungen, namentlich der Niederösterreichischen Landes-Eltwerke, der Wiener-Neustädter Werke und einer Reihe kleinerer ländlicher Überlandzentralen bezweckt, mit einer Gesamtleistung von 10 800 kW, zu denen noch 7400 kW im Bau befindlicher Anlagen hinzukommen. Durch diesen Zusammenschluß soll der Ausbau und Stromabsatz dieser Anlagen auch in wirtschaftlicher Hinsicht erleichtert werden.

Die kurze Übersicht über die Entwicklung und den Ausbau der Wasserkraftanlagen in Österreich läßt es berechtigt erscheinen, daß es gelingen wird, durch das zielbewußte Zusammenwirken der beteiligten Kreise eine der dringendsten Aufgaben des Wiederaufbaues ihrer baldigen Lösung entgegenzuführen. [M 328] Leop. Rosenbaum.

Francisturbinen für 260 m Gefälle.

Einem Bericht unseres Mitgliedes G. A. Buehle, Ingenieur der Pelton Water Wheel Co. in San Francisco, entnehmen wir die folgenden bemerkenswerten Angaben.

Die Portland Railway Light and Power Co. in Portland (Oregon) wird ihre am Clackamas-Fluß, etwa 48 km von Portland entfernt gelegene Wasserkraft nunmehr dem Ausbau entgegenführen. Es steht ein Bruttogefälle von etwa 284 m zur Verfügung, und die Entscheidung: Freistrahl- oder Francisturbine? war lange in der Schwebe. Nach eingehenden Erwägungen entschloß sich die Gesellschaft, die Anlage mit Francisturbinen auszurüsten. Ausschlaggebend für die Wahl der Turbinenart waren letzten Endes die durchweg guten Ergebnisse, die mit Reaktionsturbinen unter ähnlichen Betriebsverhältnissen erreicht worden sind. Bislang sind Francisturbinen für dieses hohe Gefälle noch nicht gebaut worden[1]), und die nunmehr der Ausführung entgege gehende Anlage bildet aus diesem Grunde einen Fortschritt im Franci turbinenbau. Den Auftrag auf die erste auch hinsichtlich der Leistu beachtenswerte Maschine hat die mit den Firmen J. P. Morris in Phil delphia und Dominion Iron Works in Montreal (Canada) eng verbu dene Pelton Water Wheel Co. in San Francisco erhalten.

Die Turbine wird als stehende Einradturbine mit Spiralgehäuse au geführt und wird 35 000 PS bei voller Beaufschlagung und 514 Uml./m leisten.

Die von der Pelton Co. gebauten, seit mehr als einem Jahr i Dauerbetrieb befindlichen beiden 25 000 PS-Turbinen der Kern Rive Anlage 3 zeigen bis heute in Leit- und Laufrad trotz der hier sel hohen Wassergeschwindigkeiten (240 m Gefälle) keinerlei Abnutzunge Dies ist einerseits durch die Beschaffenheit des Betriebswassers, and seits und nicht zum geringsten Teile durch die außerordentlich sor fältige Formgebung von Leit- und Laufrad bedingt. Die Turbin arbeiten mit 500 bzw. 600 Uml./min. Als Wirkungsgrad sind b 20 000 PS 91 vH, bei 10 000 PS noch 82 vH ermittelt worden.

Von den Einzelheiten der im Entstehen begriffenen 35 000 PS-Turbi sei folgendes erwähnt: Die umlaufenden Teile der Maschine häng in einem auf das Gehäuse des Stromerzeugers aufgesetzten Kingsbur Spurlager[2]). Das Saugrohr wird als Moody-Spreizrohr[3]) teils in Gu eisen, teils in Beton erstellt, der Vorteil dieser Saugrohrart liegt der günstigen Beeinflussung der Saugwirkung bei Teilbeaufschlagun Vor die Einmündung der steil abfallenden Druckleitung wird Differential-Standrohr, Bauart Johnson, gesetzt, um die selbsttäti Regelung sicherzustellen. Das stählerne Spiralgehäuse erhält rd. 1300 m Einlaufdurchmesser, die Versteifungsarme werden ins Gehäuse eing gossen im Gegensatz zu der bekannten Ausführung mit getrennt ei gesetztem Versteifungsring.

Das Laufrad wird aus Kanonenmetall gegossen und erhält rd. 1800 m Eintrittsdurchmesser und etwa 200 mm Eintrittsbreite. Um den Spa verlust zwischen Lauf- und Leitrad klein zu halten, setzt die Pelton in die Deckel auswechselbare Ringe ein; diese haben schwalbenschwa förmige, nach besonderem Verfahren eingesetzte Gummiringe, die oh Spiel an das Laufrad anschließen. Diese Ausführung hat sich mehreren ähnlichen Anlagen bestens bewährt. Der untere Ring erh zur Entlastung des Spurlagers einen etwas kleineren Durchmesser der obere Ring.

Der volle Ausbau dieser Anlage umfaßt drei Turbinendynamos, daß die Gesamtleistung des Werkes 105 000 PS betragen wird. [M 3

Französisches Flutkraftwerk.

Die französische Kammer hat eine Vorlage bewilligt, die die richtung einer Versuchsanlage im Aber Vrache, der schlauchartig Mündung eines Küstenflüßchens im Bezirk Finistère, zum Gegenstand h Die Anlage wird aus einem 150 m langen Damm bestehen, dessen Kr 4 m über Springflut liegt, und der aus hohlen Betonabschnitten a gebaut wird. In dem mittleren, 35 m langen und 22 m breiten schnitt werden vier Turbinendynamos aufgestellt. Der Damm schli ein Staubecken von 2 bis 3 Mill. m³ ab. Die Turbinen arbeiten bei F und Ebbe und sollen schon bei 0,7 m Gefälle anlaufen; ihre Leistu wird zu 75 bis 1200 PS angegeben.

Da sie während mehrerer Stunden am Tage, wenn die Wass stände innerhalb und außerhalb des Dammes nahezu ausgeglichen si außer Betrieb bleiben müssen, ist von vornherein eine Zusatzanlage o halb des Flutauslaufes an dem Flüßchen Diouvis vorgesehen. Hier ein Damm errichtet werden, der ein Staubecken von 12 Mill. m³ Inh bildet und je nach dem Wasserstand ein Gefälle von 8 bis 29 m zeugt. Man hofft, aus diesen Anlagen bei 4800 PS Höchstleistung 1600 PS Dauerleistung 11 Mill. kWh im Jahre gewinnen zu könn Diese Ausnutzung würde aber einen ungewöhnlich hohen Belastun faktor bedingen. Außerdem sind die Anlagekosten auf 20 Mill. Fr anschlagt, was 10 000 Goldmark für 1 PS entsprechen würde; dieser trag muß als unwirtschaftlich angesehen werden. [M 34

Landbewässerung in den nordamerikanisch Weststaaten.

Den Hauptteil der amerikanischen Weststaaten nehmen weit gedehnte gleichförmige Tafellandflächen östlich vom nordamerikanisc Felsengebirge ein, die von 300 bis 400 m in der Gegend des 95. w Längengrades bis zu 2000 und 2500 m Höhe ü. M. in Colorado, Nev und Arizona ansteigen. Hohe Sommerwärme und geringe Niederschl geben dem Lande das ausgesprochene Gepräge der Steppe, zum sogar der Wüste. Die immer weiter vordringende Besiedelung anlaßte schon in den beiden letzten Jahrzehnten die Anlage von S dämmen und Bewässerungskanälen durch private Unternehmungen, von der Regierung zunächst nur gefördert wurden. Es zeigte sich bald, daß für richtig durchzuführende Anlagen die Mittel Einze wie auch der Einzelstaaten nicht ausreichten. Deshalb wurde durch ein besonderes Gesetz ein Teil der Einkünfte aus dem Verk staatlicher Ländereien für solche Zwecke zur Verfügung gestellt; Pacht- und Landerwerbverträge wurden einheitlich geregelt und anlagen in großzügiger Weise vorbereitet und durchgeführt. Ber 1905 waren rd. 100 000 ha erschlossen, und der Regierungsplan faßte nicht weniger als 20 Mill. ha, die bisher völlig ertraglos wa Bis zum Kriegsbeginn waren die Anlagen der folgenden Zusamm stellung fertiggestellt oder im Bau:

[1]) J. M. Voith in Heidenheim a. Br. hatte mit den bereits vor Kriege gelieferten Francisturbinen von 17 500 PS bei 224 m Rohgefälle für Sorocaba-Werk in Brasilien seinerzeit das höchste Gefälle bewältigt; v Z. 1919 S. 941.

[2]) Vergl. Z. 1923 S. 23, Abb. 1. [3]) Vergl. Z. 1921 S. 46, 418, 587,

Bewässerungsanlagen der nordamerikanischen Weststaaten.

Anlage, Fluß	Staat	bewässerte Fläche ha	Wasserbeschaffung durch	Nutzinhalt des Staubeckens Mill. m³	Länge der Kanäle km	Bemerkungen
Salt River	Arizona	81 000	„Roosevelt"-Becken, Staumauer 85 m hoch, in der Krone 330 m lang. — Grundwasser durch elektr. betriebene Pumpen	1580	800	s. Z. 1909 S. 1746; Staubecken 40 km lang, 1,5 bis 3,0 km breit. Wasserkraftanlage für 4500 PS; Brunnen bis 80 m tief.
Yuma	Arizona und Kalifornien	52 600	Wehr und Hochwasserdeiche		160	
Orland	Kalifornien	5 700	Ostpark-Betondamm, 42,5 m hoch, 76 m lang	57	170	s. Z. 1911 S. 1226.
Grand-Valley	„	215 000	Verteilwehr		100	6100 m Stollenstrecken.
Uncompahgre	Colorado	60 700	Zuführstollen			Der 9650 m lange Stollen (3,8×3,5 m²) in Holzzimmerung, mit 30 cm Beton überkleidet, verbindet den Uncompahgrefluß mit dem Gunnisonfluß.
Minidoka	Idoha	52 500	Erdgerölldamm, 26 m hoch, 225 m lang, und Pumpen			Pumpen bewässern rd. 19 400 ha hochgelegenes Land südlich des Schlangenflusses.
Payette-Boise	„	130 000	„Deer-Flat"-Staubecken	230		
Garden-City	Kansas	12 000	23 Grundwasserpumpen			Gesamtleistung 2,83 m³/s (Zuckerrüben).
Blackfeet	Montana	73 000				
Flathead	„	60 700				
Huntley	„	12 000	Schleusen und Kreiselpumpen		62,7	
Milk-River	„	100 000	Staudamm und Verteildämme		600 (Hauptkanal)	
Sun-River	„	111 700	Stauwerk	25		
Lower-Yellowstone	Montana und Nord-Dakota	27 000	Verteildamm im Yellowstonefluß		415	
North-Platte	Nebraska-Wyoming	140 000	Pfadfinder-Staubecken, Verteilwehr	1265	960	s. Z. 1909 S. 472; Betonstaumauer 66,5 m hoch, 132 m lang.
Truckee-Carson	Nevada	151 000	Wehr im Truckeefluß und Verteilwehr im Carsonfluß		965	Erste unter Regierungsleitung errichtete Anlage (Zuckerrübenanbau).
Carlsbad	Neumexiko		Staudämme			Wiederherstellung des durch Hochflut zerstörten Avalondammes.
Hondro	„	25 000	6 m hoher Erddamm			Staubecken außerhalb des eigentlichen Wasserlaufes.
Rio-Grande	Neumexiko, Texas u. Mexiko	75 000	„Leßburg"-Betondamm, 182 m lang „Eagle"-Damm, 81 m hoch, 437 m lang	3100		s. Z. 1910 S. 1603; Staubecken 162 km² Fläche.
Williston, Budford-Trenton Nesson	Nord-Dakota	16 000	Schwimmende Pumpenanlagen im Missouri			
Umatilla	Oregon	10 000	Staubecken	62	220	
Klamath	Oregon-Kalifornien	97 000	Verschiedene Staubecken		680	Trockenlegen des unteren Klamath-Sees und eines Teiles des Tule-Sees.
Bell-Fourche	Süd-Dakota	40 500	Erddamm, 35 m hoch, 1600 m lang	1,2		
Strawberry	Utah	24 300	Staubecken			
Okansgan	Washington	4 000	Staudamm (aufgespült), 19,5 m hoch, 305 m lang	16		
Yakima	„	186 000	Staudämme an mehreren Gebirgseen	zus. 1150		darunter Tieton-Anlage mit 5 über 3 km langen Stollen unter dem Tieton Canyon.
Shoshono	Wyoming	62 700	Sperrmauer, 100 m hoch, 30 m lang	560		s. Z. 1909 S. 1746, 1910 S. 1419.

Der Wert des Landes ist durch diese Arbeiten zum Il auf das 10- bis 15fache (bis zu 2500 $/ha) gestiegen, die laufenden oder in größeren Zeitabständen von den Fmern an die Regierung zu erstattenden Abgaben für die Bässerung erfordern naturgemäß den Anbau hochwertiger Fchte, so daß ein sehr großer Teil des bewässerten Landes z Obst- und Zuckerrübenbau benutzt wird. Im ganzen sind 405 000 ha in wertvolles Farmerland verwandelt, von d bereits vor dem Kriege die Hälfte aufgeteilt war. Ztschr. für Bauwesen 1921 S. 341.) [M 315] Fr.

Eisenbahnwesen.

euer schweizerischer Triebwagen für Drehstrom.

Die Burgdorf-Thun-Bahn hat seit einiger Zeit zwei Tbwagen in Betrieb, bei denen ein neuer Einzelachsaieb der Maschinenfabrik Oerlikon benutzt wird[1]. Mit R ksicht auf den in Aussicht stehenden Umbau der Bahn Drehstrom von 750 V und 40 Pers./s auf Einphasenstm von 15 000 V und 16⅔ Pers./s, der wegen der Verkslage dieser Normalspurbahn inmitten eines wichtigen Nzes der Schweizerischen Bundesbahnen in Frage kommen kn, ist der Wagen so gebaut, daß ein Einphasenantrieb v 400 PS Stundenleistung nachträglich leicht eingefügt w len kann. Zu diesem Zweck ist die Antriebeinrichtu in einem besonderen Triebgestell, Bauart B 1, unter-

[1]) Schweizerische Bauzeitung 2. Dezember 1922.

Abb. 5. Antrieb des Motorwagens der Burgdorf-Thun-Bahn.

gebracht, auf das sich, ähnlich den Wagen der Jungfraubahn, Gornergratbahn u. a., der eigentliche Wagenkasten stützt. Das andre Ende des Wagenkastens ruht auf einem zweiachsigen Drehgestell. Die Länge des ganzen Wagens beträgt 21,9 m zwischen den Puffern. Es sind 16 Sitzplätze 2. und 60 Sitzplätze 3. Klasse vorhanden. An den Stirnwänden liegt je ein abgeschlossener Führerstand.

Im abgeschlossenen Maschinenraum befindet sich ein Fahrmotor, der bei 34 und 45,3 km/h Fahrgeschwindigkeit reichlich 400 PS Stundenleistung abgeben kann. Dieser Dreiphasen-Schleifringmotor hat Polumschaltung von 8 auf 6 Pole der Ständerwicklung. Der Anlaßwiderstand für den Läufer hat 12 Stufen und wird mit Wechselstrom von 120 V aus einem 4 kW-Einphasen-Hilfstransformator elektromagnetisch gesteuert. Dieser und ein Drehstrom-Motorkompressor sind ebenfalls im Maschinenabteil aufgestellt. Auf dem Fahrmotorgehäuse ist der Polumschalter aufgebaut, der elektropneumatisch betätigt wird. Der zweipolige Hauptschalter, der gleichzeitig als Fahrtwender dient und mit Überstrom- und Nullspannungsauslösung versehen ist, wird rein elektromagnetisch gesteuert.

Über dem Maschinenraum liegen im Dachaufbau die Anlaßwiderstände des Fahrmotors, während auf dem Tonnendach des Wagenkastens zwei durch Druckluft betätigte doppelpolige Stromabnehmer, Normalbauart Brown, Boveri & Cie., angeordnet sind.

Die beiden Treibachsen von 1230 mm Raddurchmesser werden einseitig durch je ein Motorritzel, ein Zwischenzahnrad und ein Zahnrad außerhalb der Treibachse angetrieben. Abb. 5 bis 10 zeigen das Wesen dieser neuen Bauart. In Abb. 6 und 7 sind Triebrad und Zahnrad in Ruhelage gezeichnet, wobei beide Räder konzentrisch zueinander stehen. Im Betriebe kommen die Lagen nach Abb. 8 bis 10 vor. Damit sich

Abb. 6 und 7. Triebrad und Zahnrad in Ruhelage.

a) Zapfen am Triebrad,
b) Zapfen am Zahnrad,
c) Hebel,
d) starre Stange,
f) federndes Zwischenglied
g) Gelenk,
h) „Universalgelenk."

Abb. 8 bis 10. Einstellung der Räder während des Betriebes.

Achse und Zahnrad auch windschief zueinander einstellen können, sind die Gelenke der beiden äußeren Stangen beiderseitig als Universalgelenke ausgebildet. Aus Abb. 9 ist ersichtlich, daß beim Wechsel aus konzentrischer in exzentrische Lage bei spielfreiem Getriebe eine geringe Längenänderung irgendeiner der drei Stangen stattfinden muß. Diese Dehnung wird in der Ausführung durch die doppelt wirkenden Federn *f* in den beiden äußeren Kupplungsstangen gewährleistet. Diese Federn können gleichzeitig als Schwingungsdämpfung und somit als Ersatz für Zahnrad- oder Ankerfederung benutzt werden, was recht beachtenswert erscheint.

Für die fliegende Lagerung der vier Zahnräder in den außen angeordneten Rahmenansätzen dienen Kugellager. Unter Anwendung einer Hohlwelle wird zurzeit ein ähnlicher Antrieb für eine Schnellzuglokomotive der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn gebaut. [1595]

A. Marschall.

Wärmeersparnis im Eisenbahnbetrieb.

Die italienischen Staatsbahnen haben in San Lorenzo bei Rom eine Wasch- und Füllanlage für Lokomotivkessel errichtet, die den Teilnehmern des letzten Internationalen Eisenbahn-Kongresses vorgeführt wurde und dazu dient, die im Kesselwasser enthaltene Wärme zum Anwärmen von frischem Speisewasser sowie zur Erzeugung von warmem Spülwasser für die Lokomotivkessel auszunutzen. Die Anlage, die von G. de Micheli & Co., Florenz, gebaut wurde, ist so bemessen, daß man zu gleicher Zeit zwei Lokomotiven entleeren und zwei andere mit angewärmtem Speisewasser füllen und hierdurch ihre Anheizzeit und ihren Kohlenverbrauch vermindern, sowie schließlich zwei weitere Lokomotivkessel ausspülen kann. Sobald eine Lokomotive aus dem Dienst heimkehrt, schließt man ihren Ablaßhahn an einen biegsamen Schlauch an und läßt ihren Wasserinhalt unter dem Kesseldruck in das Heizrohrnetz der Anlage eintreten. Das Wasser fließt hierbei zunächst durch einen Speisewasservorwärmer mit 135 bis 70 ° C Tempe[ratur]gefälle, ferner durch ein mechanisches Filter von rd. 2 m Dm[r.] und gelangt dann in einen darunter angeordneten Behälter mit Spül[wasser]. In diesem ist eine Rohrschlange angeordnet, durch die da[s] frische Speisewasser nach dem Kessel der neu zu füllenden Lokomotive ge[drückt] wird. Dieses Wasser erwärmt sich hierbei auf 30 °, fließt dan[n] weiter durch den schon erwärmten Vorwärmer, wo es sich auf 70 ° er[wärmt] und wird darauf in einem andern Behälter gesammelt, dam[it] stets zum Füllen ausreichender Wasservorrat vorhanden ist. De[m] Wasserumlauf dienen zwei elektrisch betriebene Pumpen, eine, di[e] bis zu 8,4 at Druck erzeugen kann, zum Füllen der Kessel, di[e] andre zum Ausspritzen der Kessel. Eine dritte Pumpe tritt in Täti[g]keit, wenn der Dampfdruck des Kessels zum schnellen Entleeren nich[t] mehr ausreicht. Einer der Vorteile der Anlage ist, daß der Aufentha[lt] der Lokomotiven darin nicht mehr als 30 min beträgt. Die Anlage ha[t] sich so gut bewährt, daß die Bahnverwaltung beschlossen hat, auch i[n] den Hauptpunkten Turin, Mailand, Venedig, Bologna, Florenz, Neap[el] usw. ähnliche Anlagen zu errichten. („Engineering" 12. Januar 1923.) [M 326]

Schiffbau.

Ladeeinrichtung für Schiffe.

Man hat schon verschiedentlich die Ladeeinrichtungen der Schif[fe] zu verbessern gesucht, um das Beladen und Löschen zu erleichte[rn] und damit an Löhnen zu sparen. Da solche Einrichtungen mit eine[m] Gewichtaufwand verbunden sind, hat der Schiffbauer von Fall [zu] Fall zu untersuchen, ob dieser gerechtfertigt ist.

Abb. 11 und 12. Doppelter Wippausleger-Drehkran für Bordzwecke.

Eine sehr handliche Ladeeinrichtung ist von der Koningl[ijke] Paketvaart Maatschappij, Amsterdam, auf einigen ihrer Schiffe ein[ge]baut worden nach einem Entwurf ihres leitenden Ingenieurs W. Müll[er], Abb. 11 und 12. Bei dieser Einrichtung sind je zwei Ladebäu[me] aus Mannesmannröhren je auf einem Drehkranz angeordnet [und] können mittels der kleinen Dampfmaschine *a*, Abb. 12, rings [im] Kreise gedreht werden. Die Maschinen werden von dem Mann [ge]führt, der auch die Ladespills bedient, und sind mit einer Steueru[ng] ähnlich der der Rudermaschinen versehen, so daß die Drehbe[we]gung selbsttätig an einem beliebigen Punkte gestoppt werden ka[nn]. Die Trosse, an der die Last hängt, führt durch den Mittelpunkt [des] Drehkranzes. Beide Ladebäume werden somit gleichmäßig belas[tet]. Die Einzelteile der Ladevorrichtung sind vom Führerstand aus lei[cht] zu übersehen. („Engineering" 15. September 1922.) [R 1495] W. S[...]

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Ein neuer Abschnitt in der Geschichte des englischen Eisenbahnwesens.

Der 1. Januar 1923 war für die Eisenbahnen Englands ein Tag on großer Bedeutung. Sie waren bis dahin in die Netze von mehr als 00 Gesellschaften zersplittert, von denen allerdings nur etwa 30 bis 3 von erheblicher Bedeutung waren. (Statistische Veröffentlichungen über den englischen Eisenbahnverkehr, die auch über seine Verteilung uf die einzelnen Gesellschaften berichteten, pflegten sich z. B. mit Aufführung der 30 führenden Gesellschaften zu begnügen; die übrigen Unternehmungen hatten auf das Gesamtbild keinen wesentlichen Einluß.) Das Eisenbahnnetz von 1921 machte diesem Zustand ein Ende, ndem es den Zusammenschluß der Eisenbahnen von England, Wales und Schottland zu vier großen Gruppen anordnete, und dieser Zusammenschluß ist am 1. Januar 1923 in Kraft getreten. Das Gesetz nterscheidet zwischen den Gesellschaften, die die Gruppen bilden, — onstituent companies —, und denen, die den Gruppen einverleibt erden — subsidiary companies. Soweit die ersten in Frage ommen, ist der Zusammenschluß so gut wie durchgeführt, wenn auch ber manche damit verbundenen Förmlichkeiten noch nicht endgültig ntschieden ist. Die Einverleibung der kleineren Gesellschaften ist och etwas im Rückstand.

Von den vier Gruppen ist die größte, sowohl was die Streckenänge als auch das in ihr vereinigte Kapital anbelangt, die London, Midland and Scotch-Eisenbahn mit einer Streckenlänge von 11 750 km nd einem Anlagekapital von nahezu 425 Mill. £. Auf sie folgt ie London and Northeastery-Bahn mit 10 790 km Streckenlänge und inem Anlagekapital von 324 Mill. £, sodann die Great Western-Bahn mit 800 km langen Strecken und 145 Mill. £ Kapital. Die kleinste Gruppe, ie Südbahn, hat immer noch Strecken von zusammen 3540 km Länge, ntspricht also in dieser Beziehung ungefähr dem Netz der ehemaligen ächsischen Staatseisenbahnen) und ein Anlagekapital von 145 Mill. £. etreffs der Bezeichnung der neuen Gruppen hat man lange nicht u einem Entschluß kommen können; die Namen, auf die man sich chließlich geeinigt hat, können als glücklich gewählt angesehen werden; e bezeichnen die geographische Lage der vier Gruppen in leicht zu kennender Weise. Die Große Westbahn nimmt insofern eine Sonderellung ein, als sie zwar nicht allein eine Gruppe für sich bildet, e anderen Mitglieder ihrer Gruppe aber so wesentlich überragt, daß an wohl sagen kann, sie bilde das Rückgrat ihrer Gruppe, an das ch die anderen Gesellschaften angegliedert haben, während bei den nderen Gruppen mehrere ungefähr gleichwertige Unternehmungen zummengetreten sind. 36 kleinere Gesellschaften sind der Westbahnruppe einverleibt worden. Die Abmachungen zwischen der alten roßen Westbahn, die ihren bisherigen Namen als Gruppe weiterführt, n mit ihr die Gruppe bildenden, und den 36 ihr einverleibten Gellschaften sind so glatt verlaufen, daß hier der Zusammenschluß schon r einigen Monaten als beendet anzusehen war. Die Große Westhn rechnet es sich als einen Vorteil an, daß ihr altes Netz seine hrende Rolle behalten hat, und die ihr einverleibten Gesellschaften rden dazu beglückwünscht, daß sie Zweige eines so ausgezeichneten nternehmens geworden sind.

Bei den anderen drei Gruppen war die Verschmelzung etwas schwieer. Es waren viele widerstreitende Interessen auszugleichen. Bis auf e Ausnahme ist aber die Vereinigung aller die Gruppen bildenden Gellschaften vollendet, die Einverleibung der 69 Gesellschaften in jene ei Gruppen bleibt allerdings noch zu erledigen. Von diesen entfallen auf die London, Midland and Scotsch-Gruppe, 24 auf die London d Northeastern-Gruppe und 16 auf die Südgruppe. Auch diese Einverbungen werden voraussichtlich bis zum 1. Juli d. J. vollendet sein. e Verhandlungen zwischen den Gesellschaften standen zwar unter m Zwange des Gesetzes; sie waren aber von dem Gefühle gegentigen Wohlwollens getragen, so daß in den meisten Fällen eine nigung auf gütlichem Wege erzielt worden ist; eine Anrufung des ens zu diesem Zwecke eingesetzten Gerichts — Amalgamation Trinal — ist nur in vereinzelten Fällen nötig geworden.

Die Vereinbarungen zwischen den verschiedenen Gesellschaften m Zusammenschluß zu Gruppen haben sich im wesentlichen auf Aktien und Schuldverschreibungen, deren Austausch, ihren Ersatz ch solche der neuen Unternehmungen und ähnliche Fragen bezogen. ue Formen des Betriebes scheinen zunächst noch nicht in Aussicht nommen zu sein. Die neuen Gruppen sind im wesentlichen so in irke geteilt, wie es ihrer Entstehung aus den Netzen der einzelnen sellschaften entspricht, und so wird in manchen Beziehungen kaum e Veränderung bemerkbar werden. Freilich wird der jetzige Zustand als ein Übergangzustand anzusehen sein, und mit der Zeit wird Betrieb und Verkehr manche Vereinfachung eintreten. Schon von ang an wird in vielen Verkehrsbeziehungen der Wettbewerb wegen, den man bisher für nötig hielt, um Höchstleistungen zu erhen, während man nunmehr erkannt zu haben glaubt, daß er An zu manchen Maßnahmen gab, die man als unwirtschaftlich, wenn it gar als verschwenderisch ansieht. Zweck des Zusammenschlusses im wesentlichen die Erzielung von Ersparnissen in der Verwaltung im Betriebe der Eisenbahnen. Ihre wirtschaftlichen Verhältnisse ten unter dem Krieg und namentlich unter seinen Folgeerscheigen stark gelitten, und man hofft von dem Zusammenschluß eine kkehr zu dem alten Zustand, in dem die englischen Eisenbahnen zwar nicht hohe, aber doch befriedigende Verzinsung des in ihnen elegten Kapitals einbrachten.

Einiges Kopfzerbrechen machen der englischen Fachpresse und wahrscheinlich auch den Leitern der neugebildeten Gruppen, deren Ansichten sich in der Fachpresse widerspiegeln, die Formen, in denen die gegen früher erheblich vergrößerten einheitlichen Netze verwaltet und betrieben werden sollen. Der Engländer kann sich bekanntlich an einen neuen Gedanken nur schwer gewöhnen, und so hält er es denn für etwas ganz Außerordentliches, daß nunmehr Netze von der angegebenen Größe von einer Stelle aus geleitet werden sollen. Es wird dabei zwar darauf hingewiesen, daß es in Amerika Netze von weit größerer Streckenlänge gibt, und es wird empfohlen, deren Einrichtungen nachzuahmen. Man geht aber auch hier anscheinend von der in England weit verbreiteten Ansicht aus, daß ausländische Einrichtungen auf England niemals angewendet werden können, ja daß es nicht einmal angängig erscheint, von ihnen zu lernen und sie in einer den englischen Verhältnissen angepaßten Form zu übernehmen. Immerhin wird man in Zukunft bei den englischen Eisenbahnen manche Einrichtungen aufgeben müssen, die sich eingebürgert hatten, und es wird auch für das Ausland von Interesse sein, die Entwicklung auf diesem Gebiet zu verfolgen. [W 168]

Geh. Reg.-Rat Wernekke, Zehlendorf.

Englische Kohle in Deutschland.

Ist Hamburg schon von jeher Mittelpunkt der ausländischen Kohleneinfuhr für Deutschland gewesen, so zeigt die aus Anlaß der Ruhrbesetzung erfolgte Verlegung des Kohlensyndikats nach Hamburg, daß dieser Hafen in der künftigen Kohlenversorgung des unbesetzten Gebietes die Hauptrolle spielen wird. Schon im vergangenen Jahr erreichte die Einfuhr englischer Kohle eine außerordentliche Höhe und übertraf in der letzten Jahreshälfte die entsprechenden Zahlen aus der Zeit vor dem Krieg erheblich.

Einfuhr engl. Kohle in t:

	1913	1921	1922
Januar	693 000	14 393	247 313
Februar	594 000	48 909	350 080
März	615 000	67 732	467 718
April	805 000	8 700	256 618
Mai	831 000	—	601 473
Juni	772 000	—	889 664
Juli	867 000	19 769	1 133 401
August	798 000	124 524	1 665 228
September	834 000	101 530	1 060 801
Oktober	836 000	114 333	918 598
November	677 000	99 610	735 163

Die Übersicht zeigt, wie siegreich die englische Kohle während des letzten Jahres in den deutschen Wirtschaftskörper eingedrungen ist. Die Wege, die dieser Brennstoff anfängt in Deutschland zu nehmen, wird er nicht so bald wieder verlassen. Die Rückwirkung dieser Tatsache auf die deutsche Valuta läßt sich kaum übersehen, wenn man bedenkt, daß der deutsche Kohlenhandel im internationalen Verkehr das Jahr 1922 mit einem Verlust von 225 Millionen Goldmark abschließt. Während uns das internationale Kohlengeschäft im Jahre 1913 einen Überschuß von fast einer halben Milliarde Goldmark gebracht hat, haben wir für 1922 als Einnahme so gut wie nichts zu verzeichnen, da uns ja die Ausfuhr in Gestalt der Zwangslieferungen nach den ehemaligen feindlichen Staaten nur „wiedergutgeschrieben" wurde. (Köln. Ztg. 1923 Nr. 75.) [W 173]

Eisen- und Stahlerzeugung Luxemburgs im Jahre 1922.

Die luxemburgische Hüttenindustrie, die seit dem Jahre 1919 gegenüber den Vorjahren erheblich in ihrer Produktion zurückgegangen ist, hat im Jahre 1922 ihre Roheisen- und Stahlerzeugung gegenüber dem Jahre 1921 nahezu verdoppelt, wenn auch die Roheisenerzeugung mit insgesamt 1 685 700 t nur rd. drei Fünftel der Erzeugung des letzten Rekordjahres 1913 erreicht. Die monatliche Erzeugung betrug in t:

Monat	Gußeisen			Stahl			
	Graues Gußeisen in t	Thomasguß in t	zusammen in t	Thomasstahl in t	Martinstahl in t	Elektrostahl in t	zusammen in t
Januar	6 814	94 806	101 620	76 072	294	337	76 703
Februar	10 028	94 051	104 079	80 346	300	330	80 976
März	17 235	115 757	132 992	99 732	554	393	100 679
April	14 639	116 164	130 803	98 568	685	319	99 572
Mai	11 037	130 501	141 538	112 834	1 052	229	114 115
Juni	3 900	139 861	143 761	121 887	1 368	322	123 577
Juli	2 200	147 990	150 190	126 252	891	446	127 589
August	310	150 538	150 848	130 423	602	246	131 271
September	2 255	149 558	151 813	133 563	1 013	114	134 690
Oktober	3 225	161 957	165 182	137 394	1 550	58	139 002
November	3 437	150 261	153 698	130 670	1 389	193	132 252
Dezember	3 445	155 731	159 176	131 799	1 581	297	133 677
	78 525	1 607 175	1 685 700	1 379 540	11 279	3 284	1 394 103

(Industrie- u. Handelszeitung 1923 Nr. 27.) [W 174]

Englische Konjunkturtafeln.

Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. S. 69.

1. Absolute Werte.

Letzte Werte:

Kohle	am 2. Februar	21,00 sh/ton		Kupfer . .	am 7. Februar	72,38 £/ton
Baumwolle .	am 11. Januar	15,33 d/lb		Dollar . .	am 7. Februar	4,31 sh/$
Eisen . . .	am 2. Februar	11,00 £/ton		Mark . . .	am 7. Februar	0,0116 sh/100 ℳ

Mit Ausnahme einer geringen Steigerung des Stabeisen- und Baumwollpreises gegen Ende des Monats sind im Januar die Preise ziemlich unverändert geblieben. Die durch die Ruhrbesetzung geschaffene wirtschaftliche Lage hat noch keinen nennenswerten Einfluß auf die Gestaltung der Warenpreise ausgeübt.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel (vergl. S. 141):

Kupfer . . .	am 7. Februar	12 892 ℳ/kg
Baumwolle . .	am 7. Februar	25 720 ℳ/kg
Dollar . . .	am 7. Februar	36 600 ℳ/$
Aktienziffer .	am 2. Februar	1 276 315

Industrialisierung der Vereinigten Staaten.

Eine im Oktober 1922 vom Volkszählungsamt der Vereinigten Staaten veröffentlichte Statistik gibt einen guten Überblick über die fortschreitende Industrialisierung des Landes.

Die Zahl der in gewerblichen Betrieben beschäftigten Lohnarbeiter ist von 1899 bis 1919 von 4 712 763 auf 9 096 372 gestiegen, das Anlagekapital in diesen Unternehmungen wuchs von 8,9 auf über 44,4 Milliarden Dollar. Die Zahl der Unternehmungen selbst stieg aber nur von 207 514 auf 290 105, ein Zeichen dafür, daß die einzelnen Anlagen immer größer werden.

Jahr	Zahl der Anlagen (in 1000)	Arbeiter (in Mill.)	Kapital (in Milliarden	Löhne Dollar)
1899	207	4,7	8,9	2,0
1904	216	5,5	12,7	2,6
1909	268	6,6	18,4	3,4
1914	275	7,0	22,8	4,1
1919	290	9,1	44,4	10,5

[W.]

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl, die mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 1400).

Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereines deutscher Ingenieure, herausgegeben von Conrad Matschoß (11. Band 1921). Berlin 1922. Verlag des Vereins deutscher Ingenieure. 236 S. mit 164 Abb., 8 Bildnissen und 3 Tafeln. Preis Gz. geh. 3,5, geb. 4 ℳ.

Mit dem vorliegenden Bande tritt dieses Jahrbuch in das zweite Jahrzehnt seines Bestehens ein. Schon die Tatsache, daß es die schweren Jahre der Nachkriegzeit ungestört überdauert hat, beweist die Lebensfähigkeit dieses Unternehmens. Wer auch nur flüchtig das dem elften Band angehängte Gesamtinhaltsverzeichnis durchsieht, wird überrascht ein, wieviele Gebiete (Technik bis zu den vorgeschichtlichen Zeiten hinauf und bis auf die Naturvölker herab) hier in den einzelnen Aufätzen behandelt worden sind; nicht zu vergessen die Auswahl der Abbildungen, ohne die der Zweck des Unternehmens nicht zu erreichen gewesen wäre.

Auch der vorliegende Band zeichnet sich durch dieselbe Reichaltigkeit aus, die das Merkmal der früheren Bände war. Es ist aus Raummangel nicht möglich, auch nur die Titel der 14 Aufsätze des Buches anzuführen, und es soll aus gleichem Grunde deshalb nur ein Aufsatz besonders hervorgehoben werden, dessen Thema für unsere Zeit von besonderer Bedeutung ist: „Elektrische Bahnen. Ihre Entwicklung bei der Gesellschaft Siemens & Halske im Zeitraum von 1878 bis 1884". Von Prof. Dr. Ad. Thomälen, Karlsruhe.

Alle gegen Ende der siebziger Jahre Geborenen werden nicht ohne ine gewisse Bewegung in diesem Aufsatze die Abbildungen jener ersten on Siemens konstruierten Bahn wiedersehen, die 1879 zum erstenmal uf der Gewerbeausstellung in Berlin gezeigt wurde. Es fällt den eute Lebenden schwer, sich die Überraschung vorzustellen, die damals iese so „niedliche" Bahn allen gewährte, die nicht kopfschüttelnd nd skeptisch jeder Neuerung gegenüberstanden, sondern dunkel ahnten, as aus diesem Kern sich entwickeln könnte. Und es ist weiter lehreich, zu lesen, wie W. von Siemens schon in jenen Jahren den Plan ßte, den Strom aus Kohlengebieten fernab von Berlin nach dieser tadt zu leiten und damit auch eine Hochbahn zu betreiben, deren ntwurf 1880 bereits fertig vorlag. Die Durchführung dieser Hochbahn cheiterte an dem Widerspruche der Hausbesitzer, denen der König und as Polizeipräsidium beistand, während der Magistrat Berlin — kein leines Ruhmesblatt seiner Tätigkeit — energisch für Siemens' Plan ntrat. Nach Ablehnung der Hochbahn wurde dann 1880 die elektrische ahn in Lichterfelde begonnen und 1881 abgenommen. „Maybach erärte selbst, daß er jetzt an den Ernst und die große Zukunft der ektrischen Lokomotiven glaube." „Heute ist endlich die kleine elekische Bahn in Lichterfelde offiziell probiert und abgenommen. Die nzige Schwierigkeit war und ist noch, die Geschwindigkeit der Wagen m Reglement entsprechend zu mäßigen. Man wollte nur 20 km o Stunde gestatten, und der Wagen lief bei voller Belastung von Personen auch bergan noch mit 30 bis 40 km! Ich denke aber, an wird sich an die größere Geschwindigkeit gewöhnen." Diese Zitate s den reichhaltig abgedruckten Schreiben Werner von Siemens' mögen er genügen. Sie beweisen aufs neue, welchen Anteil gerade Siemens der Entwicklung der Technik auf diesem Gebiet hat und wie zuckhaltend und technikfeindlich gewisse offizielle und private Kreise ich in den achtziger Jahren in Deutschland allen diesen Fortschritten genüberstanden. Wenn sie auch nichts haben aufhalten können, der haden, der durch die Verzögerung entstand, war kein kleiner.

Gerade solche Publikationen wie die vorliegende mit ihrem gut geihlten archivalischen Material sind geeignet, zu zeigen, wie jung alle ese Entwicklungen sind, wie sehr Preußen-Deutschland bis in die neunger Jahre absoluter Agrarstaat war, so daß die Regierung weder die agweite der Technik und Industrie noch die Tragweite der unlöslich mit verbundenen sozialistischen Bewegung erkannte. Dieser Irrtum, mals noch nicht gefährlich, ist es dann gewesen, der in den Jahren 14 bis 1918 sich zu den fatalsten Folgen auswuchs. Und mit Bezug f diese Zusammenhänge möchten wir dem verdienten Herausgeber s Jahrbuches vielleicht zum Schluß auch noch einen Wunsch ausrechen: diesen so ungeheuer wichtigen Fragen (neben der Geschichte r reinen Technik) einen gewissen Raum auch in diesem Jahrbuche gewähren. Die Verbreiterung auf das wirtschaftsgeschichtliche und zialpolitische Gebiet hinüber würde verhindern, daß der Ingenieur iter in dem Irrtum befangen bleibt, daß diese Gebiete „in ein anderes ssort" gehören. Tua res agitur! Denn wie zum General das Heer, gehört zum Ingenieur die Arbeiterschaft. Die Geschichte solcher obleme getrennt zu behandeln, ohne ständig auf die engen Zunmenhänge hinzuweisen, möglichst unter starker Betonung der ganz lers verlaufenden Entwicklung in England und Amerika, erzeugt ts die Gefahr zu enger Spezialisierung, deren unleugbarer Vorteil h schließlich leicht doch in einen Nachteil verwandelt. Wir glauben, ß eine Verbreiterung des Planes des Jahrbuches — es sei hier z. B. die Publikationen der Karlsruher „sozialpsychologischen Forschun" Bd. I und II 1922 hingewiesen — sehr zum Segen des Ganzen des Einzelnen ausschlagen würde. [B 1617] Riebensahm.

hrbuch der Eisen- und Stahlgießerei. Von Geh. Bergrat Prof. Osann. 4. Aufl. Leipzig 1920, Wilhelm Engelmann. 672 S. it 758 Abb.

Das Osannsche Lehrbuch ist schon seit langem ein unentbehrliches fsmittel für Wissenschaft und Praxis des Gießereiwesens geworden, l es der Verfasser verstanden hat, aus seiner großen Praxis und Lehrhrung heraus das Wesentliche in klarer und knapper Form übersichtlich zusammenzufassen. Besser dürfte wohl kaum die Brauchbarkeit des Lehrbuches erwiesen werden können, als dadurch, daß es in 8 Jahren bereits vier Auflagen erleben konnte.

Im großen und ganzen ist an der bewährten Art der Darstellung auch bei der neuen Auflage festgehalten worden. Verbesserungen und Erweiterungen haben die meisten Abschnitte dabei erfahren müssen schon aus dem Grunde, weil es erst nach Beendigung des Krieges möglich wurde, die neuesten Erfahrungen und Verbesserungen der Öffentlichkeit bekanntzugeben. In erster Linie wurden die Abschnitte über Gießereischachtöfen, Ölfeuerung, Brucheiseneinsatz beim Gattieren, Seigerungserscheinungen, Beispiele aus der Formtechnik, Kleinkonverter, Graphitersatz, Gießereigebäude und Kalkulation erweitert und ergänzt. Dadurch vergrößerte sich der Umfang des Buches um etwa 100 Seiten und 90 Abbildungen.

Leider sind die bereits in der Besprechung[1]) der dritten Auflage beanstandeten alten Figuren Ledeburs immer noch nicht verschwunden, obschon es sicher dem Eindrucke des Buches nur schaden kann, wenn diese sachlich und darstellerisch ganz veralteten Abbildungen bei jeder neuen Auflage wieder zu finden sind. Der Grund, weshalb sie nicht durch neuzeitliche ersetzt werden, ist nicht erfindlich, es sei denn, daß man sie aus Pietät gegen den Altmeister Ledebur nicht entfernen will. Auch würde es dem Buche nur von Vorteil sein, wenn endlich die alten Katalogbilder, z. B. Abb. 153, 188, 190, 191, 192, 212, 213 u. a. m., verschwinden würden. Die elektrische Preßformmaschine Abb. 207 g und die Berkshire-Formmaschine Abb. 267 können, weil kaum noch verwendet, gleichfalls fortbleiben.

Ein Vergleich der neuen Auflage mit der vorigen fällt auch äußerlich zugunsten der letzteren aus. Der Verlag hat dem Buch eine Ausstattung gegeben, wie man sie nicht besser verlangen kann, sowohl Einband wie Papier entsprechen wieder dem wertvollen Inhalt. Die Tafeln sind fortgelassen, was zu begrüßen ist, da sie unhandlich sind. Die Abbildungen der Tafeln sind in den Text aufgenommen worden. Leider mußten sie infolgedessen sehr verkleinert werden, wodurch sie etwas an Deutlichkeit verloren haben. Da es sich aber nur um den Eindruck von Gesamtanlagen handelt, weniger um die Einzelheiten, so kann man sich damit abfinden.

Auch in seiner neuen Auflage ist dem Lehrbuch eine recht große Verbreitung zu wünschen. Es gehört mit seiner Vielseitigkeit und wissenschaftlichen Gründlichkeit zu den besten Gießereihandbüchern, die geschrieben wurden, und gibt fast über alle Fragen, die dem Gießereimann in seiner Berufsarbeit entgegentreten, ausreichende Auskunft. Aber auch den Konstrukteuren in Maschinenfabriken kann das Studium des Osannschen Lehrbuches nicht dringend genug empfohlen werden, damit sie sich klar darüber werden, welche Forderungen von gießereitechnischer Seite an ihre Konstruktionen zu stellen sind, und erkennen, daß ein Zusammenarbeiten von Gießerei und Konstruktionsbureau heute mehr denn je notwendig ist. [1494]

Hamburg. U. Lohse.

Berechnen und Entwerfen von Turbinen- und Wasserkraft-Anlagen mit einer Anleitung zur Anwendung des Turbinenrechenschiebers. Von Ing. Holl. 3. Aufl. Bearbeitet von Dipl.-Ing. E. Glunk. München und Berlin 1922, R. Oldenbourg. 182 S. mit 41 Abb. und 6 Tafeln.

Das Werk, hervorgegangen aus der Anleitung zum Gebrauch des Hollschen Turbinen-Rechenschiebers, ist in der vorliegenden dritten Auflage durch die Neubearbeitung nicht nur dem jetzigen Stande des Wasserturbinenbaues angepaßt, sondern auch einem größeren Leserkreise erschlossen worden, indem Formeln und Schaubilder derart ergänzt sind, daß alle Rechnungen auch ohne Benutzung des Turbinen-Rechenschiebers ausgeführt werden können. Mit Hilfe dieses Instrumentes wird freilich der mit seiner Handhabung Vertraute schneller zum Ziele gelangen. Sehr zu begrüßen ist ferner die Einführung des allgemein bekannten Begriffes der „spezifischen Umlaufzahl" neben der weniger gebräuchlichen Hollschen „Systemziffer". In knapper, aber klarer und vollständiger Weise sind alle wesentlichen, bei der Projektierung von Turbinen- und Wasserkraftanlagen in Frage kommenden Rechnungen unter Angabe der neusten Erfahrungswerte behandelt. Außer einem kurzen Literaturverzeichnis am Schlusse des Werkes sind in zahlreichen Fußnoten sorgfältig ausgewählte Hinweise auf Bücher und Zeitschriftenartikel gegeben, die dem Leser eingehende Studien von Sonderfragen erleichtern. Auch die Beispielsammlung ist neuzeitlich ergänzt, wobei das Walchensee-Kraftwerk besonders eingehend behandelt ist.

Jeder Ingenieur, der mit Entwürfen dieser Art zu tun hat, sollte sich mit dem Inhalt des Buches vertraut machen, und auch Studierenden sei das Werk angelegentlich empfohlen.

[1491] Dipl.-Ing. K. Pantell.

Die Höhere Mathematik. Eine gemeinfaßliche Darstellung der Elemente. Von H. Schlüter. 2. Aufl. Berlin 1923, Hermann Meußer. 51 S. mit 30 Abb. Preis Gz. 2 ℳ.

Lehrbuch der praktischen Physik. Von F. Kohlrausch. 14. Aufl. Bearbeitet von Brodhun, Geiger, Giebe, Grüneisen, Holborn, Scheel, Schönrock, Warburg. Berlin und Leipzig 1923, B. G. Teubner. 802 S. mit 395 Abb. Preis im Januar 7200 ℳ, geb. 8400 ℳ.

An Änderungen und Zusätzen der neuen Auflage des allgemein bekannten und geschätzten Werkes ist zu nennen: die Behandlung hoher Drücke, neue Verfahren zur Bestimmung von Gas- und Dampf-

[1]) Z. 1919 S. 63.

dichten. Die Thermometrie wurde erweitert in bezug auf das Gas- und Dampfdruckthermometer sowie auf die Pyrometer. Die Darstellung über die Messung der Gefrier- und Siedepunktänderung von Lösungen ist umgearbeitet, die pv-Messungen der Gase sind kurz behandelt, die Messung der Schallgeschwindigkeit eingehender beschrieben. Die Kapitel über die Optik sind fast sämtlich umgearbeitet, der Umfang erweitert, das Spektrometer eingehender behandelt. Elektrische und magnetische Messungen konnten gekürzt werden, das Kapitel der elektrischen Maschinen und Transformatoren fortbleiben. So ist das Werk während seines 50jährigen Bestehens aus einem Lehrbuch immer mehr zu einem wertvollen Rüstzeug für den Wissenschaftler geworden und steht mit an der Spitze der physikalischen Literatur.

Brennstoffchemie. Von Prof. F. Wirth. Berlin 1922, Georg Stilke. 804 S. Preis Gz. 10, geb. 12 *M*.

Eine Darstellung des Nernstschen Wärmetheorems. Von V. Fischer. 1. Teil. Frankfurt a. M. 1923, Blazek & Bergmann. 24 S.

Die Bautechnik. Fachschrift für das gesamte Bauingenieurwesen. Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat A. Laskus. Berlin 1923, Wilhelm Ernst & Sohn. Preis im Januar 120 *M*, für das Einzelheft 40 *M*.

Die Zeitschrift soll die altbekannte „Zeitschrift für Bauwesen", das „Zentralblatt der Bauverwaltung" und die später ins Leben gerufene „Denkmalspflege" zu einer einzigen Fachschrift verschmelzen; sie wird das ganze Gebiet des Bauingenieurwesens, insbesondere Eisenbahn-, Straßen-, Wasser-, Brücken-, Grund- und Tunnelbau, behandeln und auch kurze Notizen, Bücherschau usw. nicht vernachlässigen.

Degeners Leitfäden für Baugewerkschulen und verwandte Lehranstalten III. **Leitfaden der Baustofflehre für die Hochbau- und Tiefbauklassen von Baugewerkschulen.** Von Prof. Dr. phil. H. Seipp. 4. Aufl. Leipzig 1923, H. A. Ludwig Degener. 141 S. mit 123 Abb. und 2 Tafeln. Preis Gz. 3,7 *M*.

Vorlesungen über Eisenbeton. Von Prof. Dr.-Ing. E. Probst. 2. Band. Berlin 1922, Julius Springer. 642 S. mit 71 Abb. Preis Gz. 16 *M*.

Anwendung der Theorie auf Beispiele im Hochbau, Brückenbau und Wasserbau. — Grundlagen für die Berechnung und das Entwerfen von Eisenbetonbauten. — Allgemeines über Vorbereitung und Verarbeitung von Eisenbeton. — Richtlinien für Kostenermittlung. — Architektur im Eisenbeton. — Amtliche Vorschriften.

Die Statik des Eisenbaues. Von W. L. Andrée. 2. Aufl. München und Berlin 1922, R. Oldenbourg. 521 S. mit 810 Abb. und 1 Tafel. Preis Gz. 15 *M*.

Für Plan und Aufbau des Buches in der vorliegenden zweiten Auflage gilt das in der ausführlichen Besprechung der ersten Auflage Z. 1918 S. 673 Gesagte. Hervorzuheben ist ein Anhang, der in knapper Form die Begründung und Entwicklung der wichtigsten Verfahren der Statik unbestimmter Systeme enthält.

Hölzerne Dachkonstruktionen, ihre Ausbildung und Berechnung. Von Dr.-Ing. Th. Gesteschi. 3. Aufl. Berlin 1923, Wilhelm Ernst & Sohn. 319 S. mit 623 Abb. Preis Gz. 8, geb. 9,6 *M*.

Die Besprechung der zweiten Auflage in Z. 1921 S. 1130 hat auch für die vorliegende Auflage Gültigkeit. Neu aufgenommen sind im Abschnitt „Hallenbau" einige größere Ausführungen mit eingehender statischer Berechnung; ferner Gerbersche Gelenkpfeiler in Holz, deren Berechnung neu ist, und einige Sonderbauweisen, die zwar patentiert sind, deren Darstellung wegen neuartiger Einzelheiten aber doch weitergehende Beachtung verdient.

Wie baue ich mein Haus in der Gartenstadt und auf dem Lande? Von Baldauf und Hecker. 6. Aufl. Leipzig 1922, H. A. Ludwig Degener. 120 S. mit 154 Abb. Preis Gz. 3,6 *M*.

Vereinigung für deutsche Siedlung und Wanderung, Deutscher Bund Heimatschutz. **Die Sammel-Siedlung.** Kleinbäuerliche Ansiedlung in geschlossener Bauweise. Von G. Langen. Mit einem Beitrag von Landesökonomierat B. Wittschier. München 1922, Georg D. W. Callwey. 149 S. mit vielen Abb. und 3 Tafeln.

Sammlung Göschen Bd. 692: **Meliorationen.** Von Oberbaurat O. Fauser. II. Teil: Bewässerung, Ödlandkultur, Feldbereinigung. 2. Aufl. 150 S. mit 59 Abb. Preis geb. Gz. 1 *M*.

Deutsche Wasserwirtschaft. Schriftleiter: Ministerialräte Hoebel und van Heys, Reg.- u. Baurat Heiser. Charlottenburg 1923, Rom-Verlag (R. Otto Mittelbach).

Die beiden Zeitschriften: Zentralblatt für Wasserbau, Wasserkraft und Wasserwirtschaft, sowie die Zeitschrift des Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verbandes sind zu der neuen Zeitschrift mit dem oben bezeichneten Titel verschmolzen.

Die Wasserstraßen, Häfen und Landeskulturarbeiten in Wirtschaft und Verkehr. Von E. Mattern. Leipzig 1922, Wilhelm Engelmann. 780 S. mit 97 Abb. Preis geh. Gz. 30, geb. 33 *M*.

Sammlung Göschen Bd. 506, 853, 854: **Die Baustoffkunde.** Von Prof. H. Haberstroh. I. Teil: Die Hauptbaustoffe. 142 S. mit 35 Abb. II. Teil: Die Baustoffe des Hochbaues. 106 S. mit 13 Abb. III. Teil: Die Baustoffe des Tiefbaues. 159 S. mit 26 Abb. Preis geb. Gz. je 1 *M*.

Enkes Bibliothek für Chemie und Technik, VI. Band: **Grundriß der botanischen Rohstofflehre.** Von Prof. Dr. F. W. Neger. Stuttgart 1922, Ferdinand Enke. 304 S. mit 130 Abb. Preis geh. Gz. 8,10 *M*.

Kohlenhydrate, Eiweiß, Gerbstoffe, organische Säuren, Fette, Öle, Wachse, Harze, Kautschuk, Alkaloide, Glykoside, Pflanzenfarbstoffe, Fasern, Gummi, Kork und Holz werden unter Weglassung alles Beiwerkes den Bedürfnissen eines Lehrbuches entsprechend behandelt.

Farben- und Lackkalender. Taschenbuch für die Farben- und Lackindustrie sowie für den einschlägigen Handel. Von Dr. H. Wolff und Direktor W. Schlick. Stuttgart 1923, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H. 177 S. und Kalender. Preis geb. Gz. 6 *M*.

Die Spezialstähle, ihre Geschichte, Eigenschaften, Behandlung und Herstellung. Von Dipl.-Ing. G. Mars. 2. Aufl. Stuttgart 1922, Ferdinand Enke. 675 S. mit 225 Abb. Preis im Dezember 1922 4200 *M*.

Wilckes Handbuch für Metallarbeiter. 42. Jahrgang des „Illustrierten Jahrbuches für Schlosser und Schmiede, Maschinenbauer und Monteure" 1923. Von U. R. Maerz und F. Wilcke. Leipzig 1923, H. A. Ludwig Degener. 357 S. mit vielen Abb. und Zahlentafeln. Preis geb. Gz. 4 *M*.

Fehlands Ingenieur-Kalender 1923 für Maschinen- und Hütteningenieure. Von Prof. P. Gerlach. 45 Jahrgang. 2 Teile. Berlin 1923, Julius Springer. Preis 1200 *M*.

Die Grundzüge der Werkzeugmaschinen und der Metallbearbeitung. Von Prof. Fr. W. Hülle. 2. Band: Die wirtschaftliche Ausnutzung der Werkzeugmaschinen. 3. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 168 S. mit 395 Abb. Preis Gz. 3,6 *M*.

Hütte und Maschine. Kleines Wörterbuch für Hütten- und Maschinenleute. Von J. Schneider und A. Piechota. Breslau und Oppeln 1923, Priebatschs Verlagsbuchhandlung. 43 S. Preis 250 *M*.

Güldners Kalender und Handbuch für Betriebsleitung und praktischen Maschinenbau 1923. 31. Jahrgang. Von Prof. A. Freund. 2 Teile. Leipzig 1923, H. A. Ludwig Degener. 653 u. 118 S. mit vielen Abb. Preis Gz. 6 *M*.

Erkelenzer Bohr-Hilfsbuch der Maschinen- und Bohrgeräte-Fabrik Alfred Wirth & Co. Komm.-Ges. Erkelenz 1922, Selbstverlag der Firma. 581 S. mit Abb.

Das aus dem Kalender der Internationalen Bohrgesellschaft hervorgegangene Hilfsbuch enthält eine kurze Darstellung aller zum Bohren erforderlichen Anlagen und Einrichtungen mit vielen Abbildungen und dem praktischen Betrieb entnommenen Angaben und Tabellen. Ein nach Art der „Hütte" aufgestellter allgemeiner Teil bildet die zweite Hälfte des stattlichen Buches.

Schmieden und Pressen. Von Direktor P. H. Schweißguth. Berlin 1923, Julius Springer. 110 S. mit 236 Abb. Preis Gz. 3 *M*.

Der Verfasser hat seine in langjähriger praktischer Tätigkeit gewonnenen Erfahrungen, die z. T. in der Z. d. V. d. I. niedergelegt sind, hier zu einem Werkchen vereinigt, das auf engem Raume das Gebiet übersichtlich und wissenschaftlich behandelt.

Il Vapore. Bollettino della Federazione delle Associazioni Italiane fra Utenti di caldaie a vapore. 1. Jahrgang. Nr. 1. Rom 1923, Rivolgersi all' Amministrazione del „Vapore". Preis für die Einzelnummer in Italien L. 2,50, im Ausland L. 4,00.

Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkesselbetriebes. Von Dr.-Ing. Georg Herberg. Berlin, Julius Springer.

Nach einem kurzen Zeitabstand ist die dritte Auflage des bekannten Handbuches erschienen, ein Zeichen dafür, daß sich das Buch großer Wertschätzung erfreut. Wie im Vorwort gesagt wird, hat die Neuauflage in einzelnen Abschnitten eine Neubearbeitung erfahren und ist außerdem um einige kleinere Abschnitte bereichert worden. — Es kann nur gewünscht werden, daß dieses so verständig und verständlich wie kaum ein zweites Buch über Feuerungstechnik geschriebene Werk die weiteste Verbreitung finden möge. Generlich.

Ruths-Wärmespeicher in Kraftwerken. Von Dr.-Ing. F. Münzinger. Berlin 1922, Julius Springer. 23 S. mit 38 Abb. Preis Gz. 0,7 *M*.

Sonderabdruck aus den Mitteilungen Nr. 319 der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. nach einem Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung der Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. in Wiesbaden am 23. Juni 1922.

Sammlung Göschen Bd. 316: **Gasmaschinen und Ölmaschinen.** Von A. Kirschke. I. Teil: Explosions-Kleingasmotoren, Motoren für flüssige Brennstoffe und Kraftgasanlagen. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 133 S. mit 53 Abb. und 4 Tafeln. Preis Gz. 1 *M*.

Der Drehstrommotor. Von Prof. J. Heubach. 2. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 599 S. mit 222 Abb. Preis geb. Gz. 14,5 *M*.

Sammlung Göschen Bd. 547: **Wechselstromerzeuger.** Von Prof. F. Sallinger. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 127 S. mit 77 Abb. Preis geb. Gz. 1 *M*.

Untersuchungen über elektrische Resonanz. Sieben Abhandlungen aus den Jahren 1891—1895. Mit einer Einleitung, dem Andenken an Heinrich Hertz gewidmet. Von V. Bjerknes. Leipzig 1923, Johann Ambrosius Barth. 129 S. und 22 Abb. Preis im Januar 1923 3000 *M*.

Der funktelegraphische Wetter- und Zeitzeichendienst. Von H. Thurn. Berlin 1923, M. Krayn. 82 S. mit 15 Abb. Preis Gz. 1,5 *M*.

Sammlung Vieweg Heft 49: **Die Elektronenröhren und ihre technischen Anwendungen.** Von Dr. H. G. Müller. 2. Aufl. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges. 200 S. mit 208 Abb. und 1 Tafel. Preis Gz. 7,5 *M*.

Das Buch ist im wesentlichen einer Theorie der drahtlosen Telegraphie gewidmet, die bei der kräftigen Entwicklung dieses Gebietes während des Krieges besonders stark nachgehinkt kommt, für den weiteren Fortschritt aber doch von hervorragender Wichtigkeit ist. Die neue Auflage enthält die notwendigen Erweiterungen, die in den beiden letzten Jahren hinzugekommen sind, unter Beseitigung nicht unbedingt notwendiger Rechnungen.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 8 SONNABEND, 24. FEBRUAR 1923 BD. 67

Fachheft Feinmechanik

INHALT:

Zur Geschichte der Entwicklung der feinmechanischen Kunst.

Von E. Toussaint, Berlin-Zehlendorf.

Es wird auf den gemeinsamen Ursprung der Feinmechanik und des Maschinenbaues hingewiesen, sowie auf die Tatsache, daß viele gemeinsame Aufgaben für beide bestehen und daß deshalb ein Hand in Hand-Arbeiten für beide Teile geboten ist.

Die Wiege der feinmechanischen Kunst stand in der Studierstube des Gelehrten, des Physikers; auch ihre Schwestern, die Uhrmacherei und der Maschinenbau, sehen auf den gleichen Ursprung zurück.

In den ersten Jahrhunderten der Entwicklung finden wir ıoch keine scharfe Trennung zwischen dem Theoretiker und lem Praktiker. Wohl übertrug der Gelehrte die Ausführung er mechanischen Einzelheiten demjenigen seiner Gehilfen, er besondere Begabung für diesen Zweig der Aufgaben ıatte, während andere den mathematischen und physikalischen 'eil übernahmen, aber noch lagen Entwurf und Ausführung nehr oder minder in einer Hand, eben in der des Gelehrten, der ich selbst mit Stolz als Mechaniker bezeichnete und das Wort feinmechanische Kunst" prägte.

Zum ersten Male in der Literatur finden wir einen deutichen Hinweis auf diese Zweigestaltigkeit der Aufgaben und uf die Notwendigkeit ihrer Verteilung auf verschiedene Stellen in er Vorrede zu einem Buche des Alexandriners Pappus (300 n. Chr.) ber die feinmechanische Kunst[1]), in der er ausführt, daß:

„. . . . . . . der eine Teil der Mechanik die mathematichen Demonstrationen, der andere die Handarbeiten umfaßt, und war soll jener Teil, den man den rationellen nennt, die Geoaetrie, Arithmetik, Astronomie und die physikalischen Demontrationen in sich begreifen, der andere aber, welcher die Hand- rbeiten umfaßt, soll die Kunst des Erz- und Eisenarbeiters, es Bauhandwerkers, des Holzarbeiters sowie die des Malers ınd alles, was Handarbeit betrifft, lehren,

. . . . . Da es aber nicht möglich ist, daß einer die 'ielumfassende mathematische Wissenschaft vollständig in sich ufnehme und alle die genannten Künste erlerne, rate ich demenigen, der sich mit einem mechanischen Werke beschäftigen vill, er möge sich das, was in diesem Fache notwendig ist, on Leuten an die Hand geben lassen, die der betreffenden peziellen Kunst mächtig sind."

Wir sehen von da an in enger Gemeinschaftsarbeit den ;elehrten und den Feinmechaniker nebeneinander, wenn es auch mmerhin noch Männer gab, die die beiden Zweige in einer 'erson vereinigten. Mit Stolz zählt, und mit Recht, die Feinnechanik zu den Vertretern ihrer Kunst die glänzendsten Namen m Gelehrtenhimmel Europas. Männer wie Archimedes, Philon on Byzanz, Heron und Pappus von Alexandria, Vitruvius, der roße Baumeister des Augustus, Lionardo da Vinci, Tycho e Brahe, Kepler, Galilei, Newton, Huygens, Leonhard Euler, 'raunhofer, Reichenbach, Abbe und andere sind Mechaniker m vornehmsten Sinne gewesen.

Auf der anderen Seite ergab es sich von selbst, daß die usführenden Mechaniker sich bemühten, um den Gelehrten folen zu können, sich einen großen Teil der theoretischen Ausbildung anzueignen, die jenen Männern geläufig war. So sind Werkstätten entstanden, deren Begründer wohl Anspruch darauf hatten, als gleichwertig neben jene Gestirne am Gelehrtenhimmel gestellt zu werden. Besonders das vergangene Jahrhundert hat eine Reihe solcher Werkstätten entstehen sehen. Namen wie Repsold, Breithaupt, Steinheil, Siemens und sein Freund und Mitarbeiter Halske, Pistor, und besonders Martin, Oertling, Bamberg, Fueß, Wanschaff, Carl Reichel, Schmidt & Hänsch, Karl Zeiß, der leider viel zu früh verstorbene Tesdorpf, Hildebrand in Freiberg, der ebenso wie Repsold mit dem Ehrendoktortitel ausgezeichnet und damit als Gelehrter anerkannt wurde, und eine Reihe anderer, die alle einzeln aufzuführen, zu lange aufhalten würde, haben in hervorragendem Maße zur Entwicklung der Feinmechanik beigetragen.

Die Berliner Gewerbeausstellung des Jahres 1879 war ein glänzender Merkstein in der Entwicklung der Feinmechanik, und die Gründung einer Reihe von wissenschaftlichen Instituten hat sich an diese Ausstellung angeschlossen. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt wurde gegründet, man ging an die Gründung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik und sorgte für Ausbildung eines geeigneten Nachwuchses durch Ausbau der ersten Handwerkerschule in Berlin, an der Abend- und Sonntagskurse eingerichtet wurden, an die Errichtung der Fachschule für Mechaniker, der sich nach einigen Jahren die Fachschule für Elektrotechnik anschloß.

So rühmenswert es an sich ist, daß die Feinmechanik nie vergessen hat, daß ihre Kunst in Gemeinschaftsarbeit mit den Gelehrten entstanden ist, mit denen, die wir heute Physiker, Mathematiker, Astronomen, Geodäten usw. nennen, hat sich die Feinmechanik doch allzu einseitig auf werkstattmäßige Herstellung ihrer Erzeugnisse eingestellt und die Entwicklung der feinmechanischen Massenherstellung nicht in gleicher Weise verfolgt. Von den Geschwistern, der Uhrmacherei und dem Maschinenbau, besonders von dem letzteren schon seit fast einem Jahrhundert getrennt, hat sie sich nicht immer um die Fortschritte genügend gekümmert, die in diesen Zweigen der Mechanik in organisatorischer und betriebstechnischer Hinsicht gemacht worden sind.

Ja, man kann wohl ohne Übertreibung sagen, daß eine Reihe von Industrien, die in das eigentliche Gebiet der Feinmechanik gehören, von ihr allzusehr vernachlässigt worden sind. Ich nenne hier u. a. die Reißzeug-Industrie, deren hervorragendste Vertreter in Deutschland der aus dem Uhrmacherstande hervorgegangene Riefler und der ehemalige Lithograph Richter sind.

Als die Maschinenbauer nach hochwertigen Meßgeräten für ihre verfeinerte Fabrikation Umschau hielten, als die feinen Lehren, als feine Wasserwagen zum Aufstellen und zur Kontrolle der Maschinen gebraucht wurden, ja selbst bei der Herstellung von Indikatoren, die doch sicher einen feinmechanischen Artikel darstellen, stand die Mechanik abseits. Mir wenig-

[1]) Th. Beck, Beiträge zur Geschichte des Maschinenbaues, herausgegeben m Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure 1900.

stens ist nur ein Mechaniker, der oben schon erwähnte Tesdorpf, bekannt, der angefangen hat, Indikatoren zu fertigen.

Ich weise bei dieser Gelegenheit darauf hin, daß jetzt die Zeit gekommen ist, wo wieder einmal die Feinmechanik Gelegenheit hat, ein aussichtsreiches Arbeitsgebiet zu beackern, indem sie sich die Ausarbeitung von Apparaten zur Mechanisierung der Betriebskontrolle angelegen sein läßt. Die Mechaniker dürfen nicht vergessen, daß sie bereits gewöhnt waren, bei ihren Apparaten und Geräten Genauigkeiten von $^1/_{100}$ mm anzuwenden, als der Maschinenbauer als höchste Vollkommenheit $^1/_{10}$ mm ansah.

Heute ist der Maschinenbau so weit, daß er im Austauschbau Maße von 0,005 mm einhalten kann, während dies in der Feinmechanik nur mit Hilfe von hochqualifizierten Arbeitern in Einzelherstellung möglich zu sein pflegt.

Wurde der Maschinenbau und besonders der Werkzeugmaschinenbau durch die Anforderungen des Betriebes so zu ganz neuen Arbeitsverfahren, zur weitgehenden Spezialisierung und zur Anwendung feinster Meßgeräte gezwungen, so entwickelten sich die Verhältnisse ähnlich in der feinmechanischen Massenindustrie. Auch sie wird einer weitgehenden Umstellung nicht entraten können, und sie wird sich gezwungen sehen, wenn anders sie wettbewerbfähig bleiben will, viele von den Arbeitsverfahren des Maschinenbaues daraufhin nachzuprüfen, ob sie für ihre Zwecke geeignet sind.

Der Krieg, dieser große und grausame Lehrmeister, hat den Boden für diese Erkenntnis vorbereitet, und es wird nun die Sorge der feinmechanischen Industrie sein müssen, die Lehren des Krieges nicht wieder in Vergessenheit geraten zu lassen.

Die heutige feinmechanische Industrie, die in Groß-Berlin allein zurzeit 80- bis 90 000 Arbeiter beschäftigt, hat ihren Ursprung in der Massenherstellung von Uhren und Laufwerken genommen und erhielt einen mächtigen Anstoß durch die ungeahnte Entwicklung der Schwachstrom-Elektrotechnik, deren Apparate in der ersten Zeit, alter mechanischer Tradition folgend, in rein werkstattmäßiger Fertigung hergestellt wurden. Bald aber, schon vor Jahrzehnten, veranlaßte der Massenbedarf der Eisenbahn- und Postbehörden an Telegraphenapparaten und Fernsprecheinrichtungen den Übergang zur fabrikmäßigen Herstellung

Durch die Einführung der amtlichen Trichinenschau wurden Mikroskope in großer Zahl erforderlich, und hiermit nahm die feinmechanisch-optische Industrie ihren Anfang. Firmen wie Hartnack in Potsdam, Zeiß in Jena, Leitz und Seibert in Wetzlar, Reichert in Wien usw. gingen zur fabrikmäßigen Herstellung von Mikroskopen über. Daneben entstanden fabrikmäßig eingerichtete Betriebe von geodätischen und astronomischen Instrumenten und Apparaten. Ein Teil der Firmen blieb allerdings noch bei der werkstattmäßigen Fertigung.

Die Zuckerindustrie verlangte Saccharimeter und Polarisationsapparate in größeren Mengen, und die gesamte in Deutschland zu großer Blüte entwickelte chemische Industrie hatte einen großen Bedarf an mittelfeinen und feinen Wagen.

Weitere Anstöße erhielt die Entwicklung durch die Herstellung von photographischen Apparaten und durch den Bau von Handfernrohren, besonders von Prismenfernrohren.

In der neuesten Zeit schlossen sich an diese Fabriken diejenigen an, die kinotechnische Apparate und Sprechmaschinen aller Art herstellen.

Besonders in der Zeit nach dem Kriege kamen Fabriken zur Herstellung von Schreib- und Rechenmaschinen und sonstigen Bureaumaschinen zu hoher Blüte.

Alle diese Erzeugnisse sind nur dann zu Preisen herstellbar, die einen Wettbewerb auf dem Weltmarkt zulassen, wenn die Betriebe nach neuzeitlichen Erfahrungen aufgebaut und mit neuzeitlichen Einrichtungen ausgerüstet werden. Bei dieser Arbeit kann die feinmechanische Industrie der Hilfe des Maschinenbaues, besonders des Werkzeugmaschinenbaues und des Werkzeugbaues, nicht entraten, und es wird nötig sein, daß eine engere Fühlung als bisher zwischen den Vertretern der beiden Industrien genommen wird, die auf den gleichen Ursprung zurücksehen. Sie dürfen nie vergessen, daß der „Mechaniker" James Watt als Erfinder der Niederdruck-Dampfmaschine wohl als einer der wesentlichen Begründer des heutigen Maschinenbaues anzusehen ist, daß der „Mechaniker" Reichenbach einer der ersten war, der die Drehbank nur aus Metall herstellte, den Kreuzschlitten erfand und die Gewindeschneidvorrichtung ausbildete, die heute noch in der Form der Patronenbank mit fliegender Spindel in vielen Werkstätten üblich ist. Der „Mechaniker" Hohnbaum stellte als erster eine Schleppzangen-Ziehbank für die Silberwarenfabrik von Hausmann in Hannover her; diese Reihe ließe sich noch wesentlich erweitern.

Ist schon aus diesen wenigen Beispielen zu ersehen, daß der Maschinenbau in der feinmechanischen Werkstatt wurzelt und schon aus diesem Grunde nicht versäumen darf, sich mit ihr eingehender zu beschäftigen, als er dies bisher getan hat, so zwingt gerade die neuzeitliche Entwicklung und die Verwendung hochwertiger Meßgeräte den Maschinenbau, dauernd Umschau zu halten nach feinsinnigen Konstruktionen, die in den mechanischen Werkstätten seit Jahrzehnten in Gebrauch sind und die entweder unmittelbar oder nach unwesentlichen Abänderungen bei der neuzeitlichen Fertigung wichtige Dienste leisten können.

Fühlhebel der mannigfaltigsten Bauarten, und zwar von den einfachsten für den Gebrauch auf der Drehbank bis zu den allerfeinsten, die zur Untersuchung genauer Flächen dienen können, sind in den feinmechanischen Werkstätten schon lange in Anwendung und könnten zum großen Teil unmittelbar übernommen werden.

Ein anderes Meßwerkzeug, die Libelle (von Libra, die Wage abgeleitet; Libella, die kleine Wage), ursprünglich eine Erfindung des Wegebaumeisters Melchisédec Thévenot, ist von den Feinmechanikern zu hoher Vollkommenheit entwickelt worden und, was besonders wertvoll ist, in den einschlägigen feinmechanischen Zeitschriften ist ihre Theorie ausführlich besprochen worden. Die Kunst, nicht nur die wagerechte Lage von Achsen und Flächen, sondern auch ihre Neigung in Winkeln, Minuten und Sekunden genau zu untersuchen, haben Feinmechaniker durchgebildet, und hier sei besonders auf die vorbildlichen Arbeiten von C. Reichel hingewiesen, die in der Zeitschrift für Instrumentenkunde veröffentlicht worden sind.

Die mit der Feinmechanik eng verbundene Optik hat das Gesetz der Newtonschen Farbenringe — der Interferenzfarben — bei der Untersuchung genauer Planflächen schon seit Jahrzehnten benutzt; ein Verfahren, dessen sich der Werkzeugbau in Unkenntnis der Arbeiten, die die Schwesterindustrie auf diesem Gebiete geleistet hatte, erst seit einigen Jahren zu bedienen gelernt hat, wenn es sich darum handelt, genaue Planflächen an Rachenlehren und Endmaßen zu prüfen.

Es geht aus dem vorstehend Gesagten wohl zur Genüge hervor, daß für beide Teile die größten Vorteile erwachsen müssen, wenn die viel zu lange getrennt gewesenen Geschwister sich jetzt die Hand reichen und in gemeinsamer Arbeit in eifrigem Erfahrungsaustausch zum Nutzen des gesamten Gebietes der mechanischen Industrie eintreten. [1568]

Carl Paul Goerz †.

Ein Bahnbrecher auf dem Gebiete der Feinmechanik ist mit dem am 14. Januar d. J. im 69. Lebensjahre verschiedenen Berliner Großindustriellen Dr.-Ing. eh. C. P. Goerz dahingegangen. Sein Lebenswerk, das Ergebnis unerschöpflicher Arbeitskraft und zielbewußten Weitblicks, stellt ihn ebenbürtig an die Seite unserer großen Industriebegründer, die den Ruhm deutscher Technik in der ganzen Welt verbreitet haben.

Vor mehr als 36 Jahren gründete Goerz im Norden Berlins eine kleine feinmechanische Werkstatt, die zunächst mit nur zwei Gehilfen handswerksmäßig arbeitete. Er war einer der ersten, die die Bedeutung des Momentbildes für die Photographie erkannten, und aus seiner Zusammenarbeit mit Ottomar Anschütz entstand die noch heute anerkannte Grundform photographischer Handkammern. In E. v. Hoegh fand er den Mann, um die für diese Geräte brauchbaren Linsen zu schaffen: die Doppelanastigmate, die das Goerzsche Unternehmen schnell in die Reihe der ersten optischen Anstalten rückten. Aus der planmäßigen Ausbildung dieser Linsenform in der Richtung, eine größere Lichtstärke zu erzielen, entstanden die aus vier Einzellinsen bestehenden, vollkommen symmetrischen Anastigmate, deren chromatische Zonenfelder erheblich verbessert waren. Hierhin gehört auch das noch heute zu den vollendetsten photographischen Objektiven zählende, die Symmetrie zum Teil aufgebende Dogmar. Daneben wurden die unsymmetrischen anastigmatischen Linsen weiter entwickelt, die zum vierlinsigen Tessar und zum dreilinsigen Hypar führten.

Dies seien nur einige Beispiele aus dem Teilgebiet Optik der Goerzschen Werke, die sich später insbesondere auch mit dem Bau kinematographischer Geräte befaßten, und zu denen bedeutende Fabriken für optisches Glas und photochemische Artikel gehörten. Ihr ursprüngliches Arbeitsgebiet erweiterte sich in den letzten Jahrzehnten nach vielen Richtungen und erstreckte sich schließlich auf wissenschaftliche und feinmechanische Geräte aller Art. Erwähnt seien Fernrohre, insbesondere das Rundblickfernrohr, Polarisations- und Meßgeräte, meteorologische, medizinische, aeronautische Apparate und solche für militärische Zwecke.

Ein wesentlicher Zug der Arbeit des Verstorbenen war es aber, daß er seine Werke unter Aufgabe der handwerksmäßigen Einzelarbeit auf eine neuzeitliche fabrikmäßige Massenerzeugung einstellte. Nur auf dieser Grundlage konnte sich sein Werk zu der heutigen Leistungsfähigkeit und Weltbedeutung entwickeln.

Ein Mann, der dies in einem Menschenalter geschaffen hat, muß sich seiner Arbeit mit unermüdlicher Tatkraft und Zähigkeit widmen können, eine ungewöhnliche kaufmännische und technische Begabung und menschliche Überlegenheit haben. Goerz ist nachzurühmen, daß er daneben ein gütiges Herz, insbesondere für seine Arbeiter, hatte, denen er schon früh die achtstündige Arbeitszeit und einen regelmäßigen jährlichen Erholungsurlaub bewilligte. Von seinem tiefgehenden Verständnis für Wissenschaft und Kulturaufgaben zeugt die Förderung, die er der Tropenforschung durch Schillings, Berger und Frobenius zuteil werden ließ. Noch kurz vor dem Kriege rüstete er eine erfolgreiche Expedition zur Beobachtung der Sonnenfinsternis nach Nordnorwegen aus. [M 357]

Die Arbeitsverfahren des Optikers und seine Hilfsmittel.

Von Dr. F. Weidert, Direktor der Optischen Anstalt C. P. Goerz A.-G., Berlin-Friedenau.

Art der Berechnung und Konstruktion optischer Instrumente im Gegensatz zu der Arbeitsweise des Maschinenbauers. — Zerteilung des optischen Glases mit der Diamantsäge. — Schruppen von Hand, Formschalenverfahren, Bearbeitung mit Schleifscheiben. Diamantfräserei. — Herstellung von zylindrischen und torischen Flächen. — Feinschleifen von Linsen und Prismen; Aufkitten auf Köpfe. — Polieren auf Pech und Filz. — Prüfung der Flächenform mit Probeglas und Interferenzapparat. Sphärometer. — Zentrieren und Fazettieren. — Verkitten der Linsen. Libellen-Fühlhebel. — Fassung der Linsen und Prismen. Kontrollen.

Trotz ihrer hohen Bedeutung für unsere gesamte heutige Kultur hat die optische Industrie im Vergleich zum Maschinenbau einen nur geringen Umfang. Obwohl unsere hervorragendsten optischen Großbetriebe mit ihren Erzeug-issen die ganze Welt beliefern, ist ihre Zahl verhältnismäßig sehr ering. So ist es erklärlich, daß die optisch-technische Literatur ich auf wenige Bücher beschränkt, daß es Lehrstühle für optische echnik nicht gibt und daß die optischen Großbetriebe auf selb-ländige wissenschaftliche und technische Arbeit angewiesen sind. a also die optische Industrie so ganz ihre stillen, eigenen Wege ehen mußte, ist über die Art ihrer Arbeit in den metallverarbei-nden Industrien wenig bekannt. Und trotzdem könnten beide, der ptiker wie der Maschinenbauer, viel von einander lernen und sich egenseitig Anregungen geben. Verfolgt man die Literatur der tzten Jahre, so erkennt man, daß dieses gegenseitige Näherkom-en sich vorzubereiten beginnt, und es steht zu hoffen, daß sich ir beide Teile reiche Früchte daraus ergeben werden. Die Ab-schiedenheit des Optikers bedingte es, daß er nur zu lange bei n ererbten Arbeitsverfahren stehen blieb; erst in der neueren eit haben die optischen Großfirmen begonnen, sich die Ergeb-isse des Präzisionsmaschinenbaues nutzbar zu machen und die ort ausgebildeten Verfahren und Maschinen für ihre Zwecke um-igestalten. Umgekehrt fängt der Maschinenbauer bereits an, ptische Bearbeitungs- und Prüfverfahren auf seinen Betrieb zu bertragen, da bei den Optikern mit Genauigkeiten gearbeitet wird, e dem Außenstehenden unerreichbar scheinen. Es sei in diesem usammenhange nur an die Herstellung von Endmaßen, Lehren, ugeln u. dergl. und ihre Prüfung durch Interferenzverfahren innert, welche Abweichungen von Bruchteilen der Wellenlänge s Lichtes zu messen gestatten, an die optischen Justiervorrich-ngen zum Ausrichten von Lagern oder Maschinenteilen zu ein-nder, an die Untersuchung der inneren Spannungen beanspruchter örper an verkleinerten Modellen aus Glas im polarisierten Licht.

Gern folge ich deshalb der Aufforderung der Schriftleitung, n dieser Stelle eine Darstellung der dem Optiker geläufigen rbeits- und Prüfverfahren sowie der erforderlichen Hilfsmittel u geben, soweit diese in der Öffentlichkeit behandelt werden önnen.

Die Berechnung und Konstruktion optischer Instrumente.

Der Unterschied in der Arbeitsweise des Maschinenbauers nd des Optikers zeigt sich bereits bei den allerersten Vorarbeiten r Fabrikation, bei der Berechnung der Linsensysteme und der onstruktion der Instrumente; während der Maschinenbauer oder r Elektrotechniker auf Grund seiner Formeln die Konstruktions-rte einer Maschine unmittelbar berechnen kann, so daß nach stlegung gewisser Voraussetzungen die Abmessungen sich angläufig rechnerisch ergeben, würde die analytische Berech-ng eines nur einigermaßen komplizierten optischen Systems auf geheure Schwierigkeiten stoßen. Zwar wären keine besonders it gehenden Kenntnisse der höheren Mathematik dazu erforder-h, aber wegen der vielen einzusetzenden Unbekannten (in erster nie Radien der Linsen, Abstände und Dicken derselben, echungsexponenten und Dispersionen der Gläser) ergäben sich zu umfangreiche Gleichungssysteme hohen Grades, deren Auf-ung außerordentlich viel Zeit in Anspruch nehmen würde. Aber lbst wenn im einzelnen Fall der unmittelbare Weg schneller m Ziele führen sollte, ist es doch noch fraglich, ob man auf se Weise die günstigste Ausgleichung der verschiedenen Bild-ler erreicht hätte und nicht die ganze Rechnung nochmals von n beginnen müßte. Die analytische Berechnung wendet man swegen mit Vorteil nur für einfache Systeme an, bei denen die nsendicken und -durchmesser gegenüber der Brennweite als endlich klein angesehen werden dürfen; oder man berechnet mpliziertere Systeme unter gewissen vereinfachenden Annahmen alytisch vor, um zunächst einen allgemeinen Überblick über die eichbaren Möglichkeiten zu gewinnen. **Die endgültige rechnung erfolgt stets auf dem Wege des stematischen Probierens.**

In der Hauptsache laufen alle optischen Berechnungen dar-f hinaus, die den einfachen Linsen anhaftenden verschieden-igen Bildfehler zu beseitigen. Hierbei hat man zwei Gruppen unterscheiden: die **chromatischen** und die **sphäri-hen** Fehler. Die ersteren haben ihre Ursache darin, daß e optisch durchsichtigen Stoffe die Lichtstrahlen je nach ihrer llenlänge verschieden stark brechen. Infolgedessen hat eine fache Linse für jede Wellenlänge eine andere Brennweite, der-, daß das durch die violetten Strahlen erzeugte Bild eines genstandes näher an der Linse liegt, als das durch die blauen, inen oder gar roten Strahlen erzeugte. Es ist also bei der fachen Linse nicht möglich, von einem weißen Objektpunkt der ein scharfes weißes Bild zu erhalten, da man mit der Mattscheibe der Kamera oder mit dem Fernrohrokular immer nur die in einer bestimmten Entfernung liegenden Bilder einer bestimmten Farbe scharf auffangen kann. Schon allein um diesen Fehler zu beheben, müssen alle Linsensysteme, wenn wir von Brillengläsern, einfachen Lupen, Kondensoren usw. absehen, aus mindestens zwei Linsen verschiedener Wirkung zusammengesetzt sein. Es zeigt sich hier die allgemeine Regel, daß die optischen Bildfehler in ihrer Gesamtheit niemals unmittelbar behoben werden können, sondern daß sie nur durch Kompensation mit entgegengesetzt gleichen Fehlern andrer Linsen zum Verschwinden zu bringen sind. So wird der beschriebene Farbenfehler der einfachen Linse dadurch kompensiert, daß man einer Positivlinse eine Negativlinse von entgegengesetzt gleich großem Farbenfehler hinzufügt. Würde man jedoch für diese letztere dasselbe Glas wie für die Positivlinse nehmen, so würde sie auch dieselbe Stärke wie diese, nur mit entgegengesetztem Vorzeichen erhalten müssen, und das aus diesen beiden Linsen zusammengesetzte System erhielte die Stärke null, d. h. es hätte keine brechende Wirkung mehr und könnte ebensowenig ein Bild entwerfen, wie ein Stück Fensterglas. Soll also ein Teil der Brechkraft der Positivlinse erhalten bleiben, so darf die hinzuzufügende Negativlinse nur eine dem absoluten Betrage nach geringere Stärke haben. Trotzdem soll sie aber einen dem absoluten Betrage nach gleich großen Farbenfehler wie die Positivlinse haben, damit sich beide gegenseitig aufheben. Um diese beiden Forderungen **gleichzeitig** erfüllen zu können, muß die Negativlinse aus einem Glas von im Verhältnis zum Brechungsexponenten höheren Lichtzerstreuungsvermögen als die Positivlinse hergestellt werden.

Zur zweiten Gruppe von Bildfehlern, den sogenannten sphärischen Fehlern, gehören **sphärische Aberration, Koma, Astigmatismus, Bildwölbung** und **Verzeichnung**, alles Begriffe, welche z. B. in den Katalogen über Photoobjektive oder in der photographischen Literatur ständig wiederkehren. Unter sphärischer Aberration versteht man die Eigenschaft der einfachen Linsen, Strahlen einer und derselben Wellenlänge, die von einem in der optischen Achse gelegenen Objektpunkt ausgehen, aber die Linse in verschiedener Entfernung von ihrer Mitte treffen, nicht wieder in einem Punkte zu vereinigen. Die Koma ist der entsprechende Bildfehler für seitlich der Achse gelegene Punkte. Ein sehr unangenehmer Fehler einfacher Linsen ist die Bildkrümmung, welche sich darin äußert, daß das Bild eines ebenen Objektes nicht gleichfalls in einer Ebene liegt, sondern in einer gewölbten Fläche, so daß man es, wenn man z. B. eine solche Linse als photographisches Objektiv benutzen wollte, nicht in seiner ganzen Ausdehnung auf der planen Mattscheibe auffangen, sondern nur die Mitte oder nur den Rand scharf einstellen kann. In Wirklichkeit ist diese Erscheinung jedoch noch komplizierter, da diejenigen schiefen Strahlen, die im meridionalen Schnitt einer Linse einfallen, ein Bild an anderer Stelle geben als die in dem dazu senkrechten, dem sogenannten Sagittalschnitt einfallenden. Statt einer einzigen gewölbten Bildfläche gibt die einfache Linse also deren zwei verschieden stark gekrümmte. Diese Erscheinung nennt man Astigmatismus; sie bewirkt, daß man am Rand des Bildfeldes entweder nur radial oder nur senkrecht dazu gerichtete Linien gleichzeitig scharf einstellen kann. Die Verzeichnung schließlich äußert sich darin, daß gerade Linien des Objektes am Rand des Bildfeldes gebogen erscheinen. Je nachdem, ob ein Quadrat mit nach außen oder nach innen durchgebogenen Seiten dargestellt wird, heißt die Verzeichnung tonnenförmig oder kissenförmig.

Auch alle diese sphärischen Bildfehler, die stets gleichzeitig auftreten, können nur auf dem Wege behoben werden, daß man Linsen mit entgegengesetzten Fehlern kombiniert, in ähnlicher Weise, wie dies für die Farbenfehler geschildert wurde. Jedoch hängen die Fehler dieser Gruppe vorzugsweise von der **Form** der Einzellinsen ab. Es leuchtet nun ein, daß mit den steigenden Anforderungen an die Güte des Bildes auch die Zahl der Linsen des Systems wachsen muß, und die Kunst des rechnenden Optikers besteht nicht zum wenigsten darin, mit möglichst geringem Aufwand möglichst Vollkommenes zu erreichen.

Bei der Berechnung geht man nun praktisch in der Weise vor, daß man den Verlauf der Lichtstrahlen, sowohl der von einem in der optischen Achse gelegenen Objektpunkte wie auch der von seitlich gelegenen Objektpunkten herkommenden, trigonometrisch durch sämtliche Linsenflächen hindurch verfolgt, und zwar sowohl Strahlen verschiedener Wellenlänge wie auch Strahlen, welche in verschiedener Entfernung von der optischen Achse die Linsenflächen treffen. Das System wäre ideal, wenn alle von einem Objektpunkt herkommenden Strahlen sich auch wieder in einem Punkt vereinigen würden. Ist dies noch nicht mit genügender Annäherung der Fall, so werden die Radien der Linsenflächen, die Abstände, ihre Dicken und die Glasarten, von denen etwa

100 durch ihr Lichtbrechungs- und Farbenzerstreuungsvermögen unterschiedene zur Verfügung stehen, so lange systematisch nacheinander abgeändert, bis der gewünschte Zustand erreicht ist.

Berücksichtigt man, daß die im allgemeinen mit 5- bis 6-stelliger Logarithmentafel durchgeführte trigonometrische Berechnung der Richtungsänderung eines einzigen Lichtstrahles an einer einzigen Linsenfläche 5 bis 7 Minuten in Anspruch nimmt, daß aber ein photographisches Objektiv nicht unter 6 bis 8 Linsenflächen besitzt, daß Strahlen von mindestens drei verschiedenen Einfallhöhen und im allgemeinen für drei verschiedene Richtungen berechnet werden müssen, und daß ein Teil dieser Rechnungen für 2 bis 3 verschiedene Farben durchgeführt werden muß, so wird es verständlich, daß infolge der ständig zu wiederholenden Änderungen und Neuberechnungen die Schaffung eines neuen optischen Systems viele Monate erfordert.

Diese berechneten Konstruktionswerte müssen nun von der Werkstatt peinlich genau eingehalten werden; Abweichungen der Linsenradien von den vorgeschriebenen Werten um einige Tausendstel oder der Brechungsexponenten des Glases um wenige Einheiten der vierten Dezimale würden bei empfindlichen Systemen das Bild bereits merklich verschlechtern. Aus diesem Grund ist es auch nicht angängig, so wie man z. B. eine neue Stahl- oder Messinglieferung an Stelle der bisherigen einsetzen kann, sofern es nur die gleiche Marke ist, auch eine neue Schmelze optischen Glases ohne weiteres an Stelle der bisherigen zu benutzen, da auch bei

Abb. 1. Linsen, Prismen und Spiegel.

a Goerz-Dagor, *b* Goerz-Hypar, *c* Fernrohr-Objektiv, *d* Fernrohr-Okular, *e* Mikroskop-Objektiv (apochrom. Immers.), *f* Bi-Brillenglas, *g* zylindrisches Brillenglas, *h* meniskenförmiges Brillenglas, *i* torisches Brillenglas, *k* rechtwinkliges Ablenkungsprisma, *l* Handfernrohr-Prisma, *m* Dachkant-Prisma, *n*) Polarisationsprisma aus Kalkspat, *o* Penta-Prisma, *p* Auto-Scheinwerferspiegel, *q* Fresnelsches Ringlinsensystem für Leuchtfeuer.

sorgfältigster Fabrikation die Brechungswerte stets von denen der Vorgängerschmelze etwas abweichen. Vielmehr muß meist vor Einsetzen der neuen Schmelze das betreffende optische System für die neuen Brechungswerte umgerechnet werden.

Ebenso wie die Berechnung der optischen Elemente erfolgt auch die Konstruktion der Instrumente nach andern Grundsätzen, als im Maschinenbau. Während hier nach Berechnung der die Leistung bestimmenden Abmessungen für die weitere Formgebung in erster Linie Festigkeitsrücksichten maßgebend sind, muß das optische Instrument im wesentlichen teils mit Rücksicht auf Gewicht, Größe, Wirtschaftlichkeit der Fertigung im Großbetrieb und ähnliche Gesichtspunkte konstruiert werden, teils mit Rücksicht auf die die Genauigkeit seiner Leistung bestimmenden mechanischen und physikalischen Einflüsse. Die erstere Forderung überwiegt bei Instrumenten wie Photo-Objektiven, Kameras, Handfernrohren, die letztere bei Mikroskopen und den vielerlei optischen Meßinstrumenten, wie Spektralapparaten, Refraktometern, Interferometern, Polarisationsapparaten, astronomischen und geodätischen Instrumenten, Entfernungsmessern usw. Bei dieser zweiten Gruppe ist in erster Linie darauf Bedacht zu nehmen, daß bei der Benutzung in verschiedenen Stellungen keine meßbaren Verbiegungen auftreten, daß unvermeidbare Verbiegungen ohne Einfluß auf das Meßergebnis bleiben, daß Erschütterungen keine merkbaren Veränderungen der Einstellung hervorrufen, und daß die in das Instrument eintretende Lichtenergie in verlangter Weise

zur Wirksamkeit gelangt, daß Temperatureinflüsse vermieden od unschädlich gemacht werden, und Ähnliches.

Bevor ich zur Beschreibung der Herstellungsverfahren übe gehe, bringe ich jedoch vorerst in Abb. 1 eine Übersicht über einig charakteristische Linsen, Prismen und Spiegel, um einen Begriff z geben, welcher Art die vom Optiker herzustellenden Stücke sin Hierbei war es jedoch nicht möglich, das gegenseitige maßstäblich Verhältnis auch nur einigermaßen einzuhalten.

Zerteilung des optischen Glases.

Das optische Glas[1]) gelangt in die Werkstätten im allg meinen in Form mehr oder minder großer quadratischer Platte (etwa 5 bis 30 cm im Quadrat und 1 bis 10 cm dick), die zu Untersuchung auf etwaige Glasfehler an zwei gegenüberliegende Schmalseiten anpoliert sind. Vor Beginn der Verarbeitung mu jedoch aus jeder Schmelze ein kleines Prisma angefertigt werde um auf dem Spektrometer die Brechungswerte dieses Glases fü verschiedene Wellenlängen messen zu können. Diese Zahle werden dann der Berechnung in der oben angedeuteten Weise zu grunde gelegt.

Für gewisse Zwecke können manche Gläser auch glei von der Glashütte roh in Linsenform gepreßt geliefert werde so daß auf diese Weise ein Teil der späteren Schleifarbei erspart wird.

Zur Herstellung von Linsen oder Prismen wird das Platt glas zunächst mit der Diamantsäge zerschnitten. Eine solch besteht, ähnlich wie eine Kreissäge, aus einer mit hoher Umlaufza kreisenden dünnen Scheibe aus weichem Eisen, in deren Umfan dicht nebeneinander Kerben von einigen Millimetern Tiefe ei gehauen sind, die mit Diamantstaub gefüllt und dann wieder zu gedrückt werden. Eine Glasschneidemaschine ist schematisch i Abb. 2 dargestellt. Die zu zerteilende Glasplatte *a* wird durc eine schraubstockartige Spannvorrichtung gehalten, die mitte eines um den Zapfen *b* drehbar gelagerten Hebels *c* und des Ge wichts *d* gegen das Sägeblatt *e* angedrückt wird. Das Sägebla kreist mit sehr hoher Geschwindigkeit und verlangt ständige Be netzung und Kühlung durch Petroleum, Sodalösung oder ähnlich Flüssigkeiten, die sich in dem Behälter *f* befinden. Streicht ma mit dem Finger über den Rand eines solchen Sägeblattes, so is kaum etwas von dem feinen Diamantstaub zu fühlen; trotzde dringt die Säge infolge ihrer hohen Umlaufzahl mit sichtbarer Ge

Abb. 2. Diamantsäge.

Abb. 3. *a* und *b* Schruppschalen.

Abb. 4. Schruppschale für kleine Radien

schwindigkeit in den Glasblock ein. Je nach der Härte des Glase hält ein Sägeblatt etwa 2 bis 4 Tage aus.

Die rohe Formgebung durch Schruppen.

Von jetzt ab erfolgt die weitere Formgebung durch Schleif verfahren, da nur diese genügend genau und sauber zu arbeite gestatten.

Sollen die abgeschnittenen Scheiben zu Linsen verarbeite werden, so wird auf ihnen zunächst der Umfang derselben nac Schablone vorgezeichnet; dann werden sie durch einen kurze Schlag mit Hammer und Meißel weiter zerteilt, so daß annähern quadratische Plättchen mit der vorgezeichneten Linsenform ent stehen. Das weitere Abnehmen des Glases bis zum vorgezeich neten Kreis, insbesondere der vorstehenden Ecken, geschieht nu mit der sogenannten Bröckelzange, d. h. die überflüssige Teile werden mit einer stumpfen Zange abgezwickt. Daß diese rohe Verfahren überhaupt anwendbar ist, ohne daß das Glas ein springt, ist nur möglich, weil das optische Glas einen so aus gezeichneten Kühlungszustand aufweist.

Diese roh gerundeten planparallelen Platten werden au Wärmplatten mit schwarzem Siegellack oder ähnlichen Kittmitte geldrollenartig aufeinandergekittet, so daß eine runde, außen noc unregelmäßig begrenzte Stange entsteht. Sodann wird diese, den gewünschten Linsendurchmesser entsprechend, außen rund ab geschliffen. Nach dem allgemein gebräuchlichen Verfahren ge schieht dies, ähnlich wie das im folgenden beschriebene Schruppe der Linsen, auf wagerechten, schnell umlaufenden ebenen Eisen-

[1]) Betreffs aller Einzelheiten verweise ich auf meine Abhandlung: „Herstellung und Eigenschaften des optischen Glases", Monatsblätter des Berline Bezirksvereines deutscher Ingenieure 1921 S. 67 bis 78.

eiben mit nassem Sand unter fortwährendem Drehen von Hand. erdings werden jedoch diese Rollen auch bisweilen schon mit . Schmirgelrad auf der Drehbank rund gedreht. Mit Rück-t auf die spätere feinere Bearbeitung muß der Durchmesser Linsen noch um ein weniges größer gelassen werden als vorgeschriebene.

Hiernach werden die runden Scheiben wieder auseinander-mmen und durch Schruppen von Hand annähernd in die inschte Linsenform gebracht. Das Schruppen erfolgt ebenfalls einer schnell umlaufenden Eisenschale, die annähernd nach selben Radius kugelförmig ausgedreht ist, den die betreffende senfläche später bekommen soll. Abb. 3 zeigt unter a) eine he konkav ausgedrehte Schruppschale für eine konvexe Linsen-he und unter b) eine konvexe Schruppschale zum Anschleifen Konkavflächen; auf der Unterseite tragen diese Schalen ein vinde zum Aufsetzen auf die senkrechte Spindel der Maschine. bequemen Handhabung liegt die Schruppschale etwas versenkt erhalb der Oberfläche des Arbeitstisches, und zur Aufnahme des pritzenden Schleifmittels ist sie von einem in die Tischplatte elassenen Kessel umgeben. An diese Schruppschalen werden runden Glasplatten in der Nähe des Randes, wo die Geschwin-keit größer ist, von Hand angedrückt und unter Beigabe von sem Sand und späterhin von Schmirgel und unter ständigem hen in die gewünschte Form gebracht.

Bei sehr kleinen Radien würde die Schruppschale zu klein den, um genügende Schleifgeschwindigkeiten zu ergeben. Für e benutzt man deswegen Schruppschalen mit eingedrehten Hohl-en nach Abb. 4, die also nur in dem Radialschnitt dem ge-schten Linsenradius entsprachen. Das fortwährende Drehen Linsen muß also, um genügend genaue Kugelflächen zu er-n, in diesem Falle besonders sorgfältig ausgeführt werden.

Da nicht nur der Radius, sondern auch die Dicke der Linse Einfluß auf den Korrektionszustand eines optischen Systems müssen schon hier sowohl Radius wie Dicke ständig ge-t werden. Ersteres erfolgt durch Anlegen eines nach der ver-ten Krümmung ausgeschnittenen Lehrbogens, letzteres ls eines auf einem Fuß montierten Dickenmessers nach . 5 und 6, bei dem der mit Nonius abzulesende Maßstab einfach Hand verschoben wird.

Bei der Herstellung von Prismen geht man in ähnlicher se vor. Auch hier werden von der Glasplatte zunächst plan-llele Scheiben abgeschnitten, diese durch Schruppen auf die angte Dicke gebracht und dann zu Paketen zusammengekittet. en z. B. rechtwinklige Feldstecher-Prismen, Abb. 1, *l*, her-llt werden, so ist es vorteilhaft, die Platten so groß zu ten, daß sie gleich eine größere Anzahl von Prismen ergeben, acht. In diesem Falle wird das auf einander gekittete Paket chst durch zwei rechtwinklig zu einander geführte Schnitte ier Stangen quadratischer Grundfläche zerteilt, die ihrerseits er durch je einen Diagonalschnitt in prismatische Stangen rechtwinklig gleichschenkligem Querschnitt zerschnitten len. Durch Schruppen mit Sand und Schmirgel werden diese gen alsdann genauer bearbeitet.

Komplizierter gestaltete Prismen schneidet man mit der Dia-säge nur in solche Formen vor, die sich noch zum Zusammen-n zu Stangen eignen. So wird z. B. das in Abb. 1, *m* dar-llte Dachkantprisma zunächst ebenfalls als rechtwink-leichschenkliges Prisma zugerichtet. Die über die ver-te Form noch hinausstehenden Ecken werden jedoch in der se abgeschruppt, daß man eine größere Anzahl von Prismen einem „Kopf" vereinigt, indem man sie in ein den Winkeln prechend ausgefrästes Hilfsfutter einlegt und gemeinsam über-ift. Auf diesem Kopf können die Prismen dann auch gleich dem später folgenden Feinschleifen bleiben.

Die Prüfung der Winkel der Prismen erfolgt in der upperei nur durch Anlegen eines stählernen Winkels, also bei stecher-Prismen eines solchen von 90 bzw. 45°. Da aber bei n optischen Instrumenten Prismen mit den verschiedenartigsten keln vorkommen, müssen auch bisweilen stählerne Stellwinkel Prüfung benutzt werden.

Wenn auch die beschriebene Art des Schruppens heute noch allgemein gebräuchliche ist, geht man doch auch hier n vielfach zu maschinellen Verfahren über. Insbesondere es sich um Massenherstellung stets gleichartiger Linsen lelt, wie z. B. von Brillengläsern, bietet ein in Amerika zuerst ekommenes Arbeitsverfahren große Vorteile. Der leitende chtspunkt ist dabei der, zwecks Verbilligung schon das uppen auf Köpfen, die mit einer größeren Anzahl von Lin-besetzt sind, vorzunehmen, ähnlich wie dies bei dem später eschreibenden Feinschleifen und Polieren bereits allgemein h ist. Würde man aber die Linsen in der gleichen Weise dort mit Pechpfropfen versehen und durch Einlegen in eine lschale und Aufdrücken des erwärmten Linsenkopfes auf n aufkitten, so würde beim gemeinsamen Überschleifen des en Kopfes mit einer entsprechend großen Schruppschale von Linsen gleich viel Material weggenommen, da ihre zu bearbei-en Oberflächen von vornherein sämtlich in einer gemeinsamen lfläche liegen, und die bei den Rohglasstücken unvermeid-vorhandenen Dickenunterschiede würden voll bestehen blei-Um diesen Fehler zu vermeiden, dürfen also zu Beginn Schruppens die zu bearbeitenden Flächen nicht in einer ge-samen Kugelfläche liegen, sondern müssen entsprechend ihrem Dickenunterschied mehr oder minder darüber hinausragen; also müssen gerade die nicht zu bearbeitenden Linsenflächen von einer gedachten umhüllenden Kugelfläche berührt werden. Um dies zu erreichen, wird zunächst ein Hilfswerkzeug *a*, Abb. 7, hergestellt, die sogenannte Formschale, eine Metallschale mit eingefrästen kugeligen Höhlungen (oder Erhebungen) vom Radius der in diesem Arbeitsgang nicht zu bearbeitenden Linsenflächen. Der zur Aufnahme der Linsen bestimmte Schleifkopf, die Kittschale *b*, ist mit einer Pechschicht *c* überzogen, und in dieses erwärmte Pech wird die Formschale *a* abgedrückt. Nach dem Erkalten und Abheben der Formschale hat die Pechschicht nunmehr Erhebungen (bzw. Höhlungen), welche mit den nicht zu bearbeitenden Flächen der Linsen *d* genau zusammenpassen. Die Linsen oder Rohglasstücke werden nun soweit erwärmt, daß sie beim Auflegen auf das Pech eben oberflächlich ankleben, ohne sich in dieses einzudrücken. Werden sie nun auf der senkrechten Spindel der Schruppmaschine durch die nach dem verlangten Radius ausgedrehte Schruppschale abgeschliffen, so müssen bei Beachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln alle Linsen von selbst die gleiche Dicke erhalten. Zum Feinschleifen und Polieren können die Linsen dann gleich auf der Kittschale sitzen bleiben. Daß dieses Formschalenverfahren noch nicht allgemeiner angewandt wird, liegt daran, daß infolge der außerordentlich großen Anzahl von Brillenglasnummern, und demzufolge vielerlei Radien, sehr große Kapitalien in den teuren Formschalen festgelegt werden müssen.

Statt des Schruppens mit Sand und Schmirgel in Schleifschalen, das vom technisch-wissenschaftlichen Standpunkt aus noch recht unvollkommen anmutet, wird auch schon vielfach das Glas mit rotierenden Schmirgel- oder Karborundumscheiben bearbeitet. Besonders beim Schruppen sehr großer Stücke sowie zur Bearbeitung der nicht zu polierenden äußeren Teile von Linsen und Prismen wird dieses Verfahren mit gutem Erfolg angewandt. Wesentlich ist hierbei hohe Schleifgeschwindigkeit und gründliche Bespülung der Arbeitsfläche.

Abb. 5 und 6. Dickenmesser.

Abb. 7. Formschale und Kittschale.

Noch günstiger gestaltet sich jedoch das Schleifen mit Diamantwerkzeugen. Es sind dies fräserartige Kupferkörper von kugliger, scheiben- oder walzenförmiger Gestalt, deren Oberfläche ähnlich wie bei den Diamantsägen aufgehauen wird; die Kerben werden mit Diamantstaub gefüllt und dann durch Zuhämmern wieder geschlossen. Kupfer hat sich als geeignetstes Material für diese Diamantfräser erwiesen, da sich bei ihm die Diamantkörnchen infolge seiner Zähigkeit fest in seine Oberfläche einfressen. Ein hartes Metall würde durch die losgelösten Diamant- oder Glasteilchen selber zu stark angegriffen, der Diamantverbrauch wäre unnütz groß und die Schleifwirkung geringer. Auch hier sind sehr hohe Umfangsgeschwindigkeiten des Werkzeugs erforderlich, ebenso ein ständiges Bespülen der Arbeitsflächen durch Petroleum oder ähnliche Flüssigkeiten. Die Maschinen für diese Art der Bearbeitung sind entsprechend den üblichen Fräsmaschinen oder Drehbänken gebaut. Der Vorteil, den die Diamantfräserei bietet, besteht vor allem darin, daß ohne besondere Nachprüfung Kugelradien, Dicken und Winkel genau eingehalten werden können; außerdem ermöglicht sie bei großen Stücken eine wesentliche Verkürzung der Arbeitszeit. Zu bedauern ist nur, daß bei den heutigen ungeheuerlichen Diamantpreisen die Fortentwicklung dieses so aussichtreichen Schleifverfahrens stark aufgehalten wird und man sich vielfach mit der Karborund- oder Schmirgelscheibe begnügen muß.

Beim Schleifen nichtsphärischer Rotationsflächen, also z. B. solcher von paraboloidischer, ellipsoidischer oder hyperboloidischer Form, wie sie vorzugsweise für Scheinwerferspiegel erforderlich sind, ist man fast ausschließlich auf das maschinelle Schruppen mittels Schleifscheibe oder Diamantwerk-

zeuges angewiesen. Die Bearbeitung solcher Flächen erfolgt auf drehbankähnlichen Maschinen, bei denen das Schleifwerkzeug entweder durch eine Leitkurve nach Art der Kopiermaschinen geführt wird, oder die vielgliedrige Lenkersysteme zur unmittelbaren Erzeugung der gewünschten Flächenform haben. Die letztere Art ist natürlich die vollkommenere; jedoch muß bei den erforderlichen hohen Genauigkeiten Vorsorge getroffen werden, daß der tote Gang der verschiedenen Führungen nicht störend in die Erscheinung treten kann. Welch hohe Genauigkeiten man auch bei solchen nichtsphärischen Flächen erreichen kann, beweisen z. B. die scharfen Abnahmebedingungen der großen Scheinwerferspiegel, die während des Krieges bis zu 2 m freier Öffnung hergestellt wurden.

In der Brillenoptik spielen eine große Rolle auch solche nichtsphärische Flächen, die keine um die Linsenmitte symmetrischen Rotationsflächen sind, nämlich zylindrische und torische. Eine von zwei Zylinderflächen begrenzte Linse, Abb. 1, *g*, wirkt in dem einen Schnitt wie eine planparallele Platte, in dem dazu senkrechten dagegen wie eine Sammel- oder Zerstreuungslinse. Ist die zweite Fläche sphärisch, so wirkt die Zylinderlinse in den beiden Hauptschnitten je wie eine Linse verschiedener Stärke. Sie kann also, als Brillenglas benutzt, den Astigmatismus des Auges ausgleichen, jenen Fehler, bei dem das Auge in zwei zueinander senkrechten Axialschnitten verschiedene Brechkraft hat. Da jedoch diese flachen Zylinder-Brillengläser nur unvollkommene Strahlenvereinigung für die seitlichen Teile des Gesichtsfeldes besitzen, ist man dazu übergegangen, auch hier das gleiche Prinzip der „Durchbiegung" anzuwenden, wie es sich seit langem für die sphärischen Brillengläser zur Verbesserung des Randbildes bewährt hat. Die eine Fläche einer solchen Linse ist wieder eine Kugel, die andre dagegen ein sogenannter Torus, d. h. sie hat, wie Abb. 1, *i* zeigt, im Senkrecht- und Wagrechtschnitt verschiedene Krümmungen. Ein derartiges Brillenglas hat also im Senkrecht- und Wagrechtschnitt ebenfalls verschiedene Brechkraft, gibt aber schärfere Randbilder.

Ein Torus entsteht, wenn man einen Kreisbogen sich um eine nicht durch seinen Mittelpunkt gehende Achse drehen läßt; je nachdem, ob diese Drehachse zwischen dem Kreisbogen und seinem Mittelpunkt oder außerhalb dieser Strecke liegt, erhält man eine tonnenförmige oder eine wulstförmige torische Fläche. Erstere entspricht etwa der Oberfläche eines Fasses, letztere derjenigen eines Automobilreifens.

Zylindrische Flächen sowohl wie torische schruppte man früher und vielfach auch heute noch von Hand auf ringförmigen entsprechend ab- oder ausgedrehten Schalen. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß man derartige Linsen beim Schruppen nicht um ihren Mittelpunkt in ihrer Fläche drehen darf, da diese ja in bezug auf die optische Achse keine Rotationsfläche ist. Wohl aber kann man zur Vermeidung von Rillen die Linse ständig senkrecht zur Schleifrichtung ein wenig hin und her bewegen, um sie immer wieder mit andern Teilen der Schruppschale in Berührung zu bringen, also in der Richtung der Achse des vergleichsweise gedachten Fasses oder Automobilreifens. Bei einer zylindrischen Fläche ist dies in beliebigem Grade möglich; bei einer torischen können jedoch, streng genommen, die Linsen überhaupt nicht in der genannten Richtung bewegt werden, ohne die flächenhafte Berührung mit der Schruppschale zu verlieren, außer wenn sie in Richtung des Umfanges des Fasses od Automobilreifens unendlich schmal wären. Die auf diese Wei erzeugten torischen Flächen sind infolgedessen nur annäher richtig. Zudem läßt sich der durch Abnutzung geänderte Rin radius nicht wieder durch Abdrehen auf den alten Wert bringe wie dies bei den sphärischen Schruppschalen nach Abb. 3 d Fall ist.

Man geht deshalb auch hier neuerdings immer mehr da über, solche Flächen maschinell durch Abdrehen mittels Schle rades oder Diamantwerkzeuges herzustellen, wobei man ei größere Anzahl von Linsen auf oder in einen ringförmigen rot renden Träger kittet. Der Durchmesser dieses Ringes bestim dann den einen Radius, während die senkrecht zu seinem Umfa erfolgende Bewegung des Schleifwerkzeugs den andern Radi ergibt. Hierbei kann zwischen Schleifwerkzeug und Arbeitstü je nach den gewählten Verhältnissen eine punkt-, linien- od flächenförmige Berührung stattfinden, von denen jede Art ih besonderen Vorzüge hat. Eine Behandlung der vielen Möglic keiten der maschinellen Bearbeitung torischer Flächen wür jedoch hier zu weit führen, und es sei deshalb auf die diesbezü liche, sehr systematische Untersuchung von R. Müller-Li benau[1]) verwiesen.

Das Feinschleifen.

Die genauere Bearbeitung der Linsen und Prismen erfo nunmehr mit immer feiner werdendem Schmirgel auf maschinell Wege. Hierbei vereinigt man nach Möglichkeit eine größere A zahl von Linsen oder Prismen durch Aufkitten auf einen geme samen Schleifkopf, einmal zwecks Verbilligung der Arbeit, soda aber auch, um auf einfachem Weg eine größere Genauigkeit d Flächen zu erzielen. Abb. 8 bis 10 zeigen einen solch Schleifkopf mit den aufgekitteten Linsen nebst der zu hörigen Schleifschale für die Bearbeitung von Konvexfläch Abb. 11 und 12 dasselbe für Konkavflächen. Die Linsen müssen so aufgekittet werden, daß von vornherein die schleifenden Flächen einer gemeinsamen Kugel angehören. diesem Zweck versieht man zunächst die nicht zu bearbeite Fläche der Linsen mit einem dicken Pfropfen *b* einer harten Pe oder Siegellackmischung; dann werden die Linsen mit ihrer schleifenden Fläche dicht nebeneinander auf die nach dem langten Radius genau abgedrehte Schleifschale *c* aufgesetzt der erwärmte Kopf *d* auf die Pechpfropfen aufgedrückt, so nach dem Erkalten die Linsen an diesem festsitzen. Bei Lin mit sehr starker Krümmung, oder besser gesagt, bei großem Zen winkel der zu schleifenden Kugelflächen, kann bisweilen nur e einzige Linse auf den Kopf aufgekittet werden. Solche Lin werden natürlich verhältnismäßig teuer in der Bearbeitung, las sich jedoch aus rechnerischen Gründen häufig nicht vermeid Beim Schleifen der Linsenköpfe nimmt man im allgemeinen, in Abb. 8 bis 12 angedeutet, die konvexe Kugelfläche nach un damit der verbrauchte und mit Glaspulver angereicherte Schmir brei an den Seiten abfließen kann.

Beim Feinschleifen von Prismen verfährt man in ähnlic Weise, nur mit dem Unterschied, daß man bei diesen, während noch zu Stangen zusammengekittet sind, zunächst die Winkel du

Abb. 8 bis 10. Linsenkopf und Schleifschale für konvexe Linsen.

Abb. 11 und 12 Linsenkopf und Schleifschalen für konkave Linsen.

Abb. 13. Fühlhebel zur Nachprüfung von Prismenwinkeln. *a* Prismenlagerung bei Prüfung des rechten Winkels, *b* desgl. bei Prüfung des Winkels von 45°.

Abb. 14 und 15. Schleifkopf für Prismen.

[1]) R. Müller-Liebenau: Das Schleifen torischer Linsen, Zentralzei für Optik und Mechanik 42, 25 u. f.; 1921.

ıleifen mit feinem Schmirgel auf Planscheiben unter ständiger erprüfung durch Fühlhebel, Abb. 13, berichtigt. Nach n Auseinandernehmen werden sie an eine erwärmte, dünn mit ıchs eingeriebene genaue Planscheibe angerieben. Sie haften ın nach dem Erkalten fest an dieser und können nun in den auf n Schleifkopf, Abb. 14 und 15, durch einen Ring *a* zusammenıaltenen Gipsbrei *b* eingedrückt werden. Sobald der Gips abunden hat, wird die Planscheibe wieder erwärmt und von den ismen *c* abgezogen; die zu bearbeitenden Oberflächen liegen ın genau in einer gemeinsamen Ebene.

Neben der Einhaltung der richtigen Winkel und Abmessungen bei Doppelfernrohrprismen auch besonders darauf zu achten, ß sie keinen Pyramidalfehler zeigen, d. h. daß die vergert gedachten Prismenflächen nicht zu einer Pyramide zunmenlaufen. Zur Feststellung dieses Pyramidalfehlers dient der Abb. 16 schematisch dargestellte Apparat. Das zu untersuchende sma *a*, dessen Kathetenflächen bereits fertigpoliert sind, ruht seiner Hypotenusenfläche auf drei Schrauben, einer oberen tleren bei *b* und zwei wagerecht nebeneinandergelegenen bei *c*, hrend die lotrecht liegende Kathetenfläche sich gegen zwei in er Wagerechten liegende Schrauben *d* stützt; seine Lage ist rdurch eindeutig bestimmt. Das Objektiv *e* eines Kollimators eugt von dem in seiner Brennebene stehenden Fadenkreuz *f* unendlich fernes Bild, dessen Spiegelbild in der wagerechten hetenfläche des Prismas *a* mittels des Fernrohres *g* beobachtet d. Der Apparat ist so eingestellt, daß beim Einlegen eines von ramidalfehlern freien Prismas das Bild des Fadenkreuzes *f* au auf dem Fadenkreuz *h* des Fernrohres liegt. Selbst wenn n kein von Pyramidalfehlern vollkommen freies Prisma zur fügung hat, kann man die Einstellung prüfen, wenn man Prisma *a* nach dem Beobachten des von der einen Kathetenhe gespiegelten Bildes so umlegt, daß nunmehr die andre thetenfläche nach oben kommt; das Bild des Fadenkreuzes *f* muß n in beiden Fällen um gleich viel nach rechts, wie nach links dem Fadenkreuz *h* des Fernrohrs entfernt erscheinen.

Abb. 16. Apparat zur Prüfung von Prismen auf Pyramidalfehler. (Oben in der Mitte ein mit Pyramidalfehler behaftetes Prisma.)

In der ältesten Zeit erfolgte das Schleifen aus freier Hand, m der Linsen- oder Prismenkopf oder die konvexe Schleifale auf einem Bock befestigt wurde und der Schleifer stehend zur Erzielung gleichmäßiger Schleifwirkung langsam um den k sich herumbewegend die obere Schleifschale oder den oberen senkopf unter Andrücken von Hand hin und her bewegte. ter führte man diese Arbeit auf Maschinen aus, wobei auf deren krechte Spindel der Linsenkopf oder die Schleifschale aufgesetzt das entsprechende Gegenstück mittels eines Hebelmechanismus h Hand- oder Fußantrieb hin und her bewegt wurde. In den ßbetrieben werden die Maschinen seit langem außer bei bemmten Einzelarbeiten nur noch motorisch angetrieben.

Eine typische Hebelschleifmaschine ist in Abb. 17 18 dargestellt. Der konvexe Linsenkopf *a* (oder die konvexe leifschale) wird auf eine senkrechte Spindel *b* mit Gewinde aufetzt und von der Welle *c* aus mittels eines Reibungsantriebes in lauf versetzt. Damit die abtropfenden Schleifmittel die Maschine it verunreinigen, ist in die Tischplatte *d* vertieft ein Kessel *e* elassen, dessen zum Durchtritt der Achse *b* bestimmte Bodenung mit aufwärts gerichtetem Rand versehen ist. Über dem vexen Schleifkopf *a* wird die konkave Schleifschale *f* durch um den Zapfen *g* drehbares Hebelgetriebe hin und her bewegt, seinerseits unter Vermittlung eines Reibungsgetriebes durch Kurbelscheibe *h* angetrieben wird. Damit auf die Schleifschale ihrer Bewegung keinerlei Zwang ausgeübt wird, der das Zudekommen einer mathematisch genauen Kugelfläche verhindern de, wird sie durch den in eine Kugel endenden Stab *k* frei enommen, der in dem vorderen Ende des um die Stange *l* ausvenkbaren Dreieckträgers *m* befestigt ist. Infolgedessen macht Schleifschale nicht nur eine einfache hin- und hergehende Beung, sondern sie wird von den schneller bewegten Teilen des Linsenkopfes gegen die schwächeren anders gerichteten Bewegungen mitgenommen und gerät in eine Rotationsbewegung. Zur Erzielung des erforderlichen Schleifdruckes werden auf den Stab *k* mehr oder minder viele Gewichte *i* aufgesetzt. Es ist sehr wesentlich, daß die Schleifschale auf dem Linsenkopf keine regelmäßig in sich zurücklaufenden Bewegungen ausführt, da durch solche Wiederholungen immer wieder dieselben Stellen der Linsen beim Schleifen bevorzugt würden und unregelmäßige Flächen entständen. Die beiden Reibungsantriebe werden deshalb so zu einander eingestellt, daß erst nach einer sehr großen Anzahl Umdrehungen die gleiche gegenseitige Stellung von Schleifschale und Linsenkopf wieder erreicht wird.

Infolge der Drehbewegung des Linsenkopfes und der hin- und hergehenden und gleichzeitig rotierenden Bewegung der Schleifschale müßten alle von einer Kugelfläche abweichenden Unebenheiten ausgeglichen werden und ganz selbsttätig eine Kugelfläche zustandekommen. Wegen der ungleichen Belastung und der ungleichen Geschwindigkeiten in den einzelnen Lagen sowie auch, weil die das Schleifmittel führende Flüssigkeitsschicht etwas nachgeben kann, ist die vollkommene Form der Flächen jedoch letzten

Abb. 17 und 18. Schleif- und Poliermaschine.

Endes von der Geschicklichkeit des Arbeiters abhängig. Außerdem ist es beim Schleifvorgang erforderlich, nunmehr mit größerer Genauigkeit, als dies beim Schruppen möglich war, auf die genaue Einhaltung des verlangten Linsenradius hinzuarbeiten. Aus diesen Gründen muß die Art der gegenseitigen Bewegung von Schleifschale und Linsenkopf weitgehend verstellbar sein. Zu diesem Zweck kann einmal durch Veränderung des Kurbelradius der Scheibe *h* der Ausschlag der Schleifschale geregelt werden; des weiteren ist es möglich, durch Verschiebung der Stange *n* sowie durch Versetzung des Dreieckträgers *m* auf der Stange *l* die Schleifschale mehr oder minder exzentrisch an dem Linsenkopf angreifen zu lassen. Es ist klar, daß z. B. bei stark exzentrischer Stellung der Schleifschale der äußere Teil des Linsenkopfes infolge der hier vorhandenen großen Umfangsgeschwindigkeiten stärker angegriffen werden muß als die inneren Teile, so daß konvexe Linsenflächen sich stärker wölben, der Kugelradius also kleiner wird. Die Vergrößerung des Linsenradius durch in analoger Weise veränderte Einstellung der Maschine ist dagegen schwieriger; sie wird deshalb meist so vorgenommen, daß man die Schleifschale durch Abdrehen oder Abschmirgeln nacharbeitet.

Das Feinschleifen nichtsphärischer Flächen kann natürlich nicht nach den beschriebenen Schleifverfahren erfolgen, da diese ja gerade alle Abweichungen von der Kugelfläche selbsttätig auszugleichen bestrebt sind. Alle Möglichkeiten zu behandeln, würde hier zu weit führen; jedoch sei als Beispiel in Abb. 19 eine viel gebrauchte Schleifmaschine für torische Konkavflächen schematisch dargestellt. Die fein zu schleifenden Linsen werden hier auf die Innenseite eines Ringes *a* aufgekittet, der auf die senkrechte Achse *b* der Maschine aufgeschraubt wird. Der innere Durchmesser des Ringes bestimmt also den einen Radius r_2 der torischen Flächen. Als Schleif-

werkzeug dienen zwei einander diametral gegenüberstehende und durch die Feder *c* gegen die Linsen gepreßte Schleifklötze *d*. Diese sind entsprechend der gewünschten Form der torischen Flächen ebenfalls torisch abgedreht, so daß sie im wagerechten Schnitt den Radius r_2, im senkrechten Radialschnitt jedoch den kleineren Radius r_1 haben. Von dem Gestänge *e* aus werden sie mittels des Winkelhebels *f* in auf- und niedergehende Bewegung versetzt. Wie schon oben beim Schruppen torischer Flächen besprochen, müßten die Schleifklötze *d* eigentlich feststehen, da es nur eine einzige Lage gibt, in der eine konvexe und eine konkave torische Fläche in einander passen können. Trotzdem muß man die durch die senkrechte Bewegung der Klötze entstehende kleine Ungenauigkeit der Flächen in Kauf nehmen, um nicht eine Rillenbildung hervorzurufen, die noch viel störender wäre. Es bleibt deshalb bei dieser Art von Maschinen nichts anderes übrig, als den Fehler dadurch auf ein Mindestmaß zu beschränken, daß man die Schleifklötze *d* in der Richtung des Ringumfanges möglichst schmal macht und nicht mehr auf und ab bewegt, als gerade notwendig ist. Mit Rücksicht auf die hierdurch verursachte Verminderung der Schleifwirkung und den immer unsicherer werdenden Ausgleich der Flächenform in der Schleifrichtung ist jedoch hierin wieder eine Grenze gesetzt.

Abb. 19.
Schleifmaschine für torische Konkavflächen.

Das Polieren.

Nach dem Feinschleifen mit dem feinkörnigsten Schmirgel zeigen die Flächen bereits schwachen Glanz. Die erforderliche Hochglanzpolitur muß jedoch mit andern Mitteln durch ein besonderes Polierverfahren herbeigeführt werden.

Zu Beginn des Polierens, das gewöhnlich, um jede Gelegenheit zu Kratzern durch Schmirgelteilchen zu vermeiden, in einem anderen Raum auf den Feinscheifmaschinen ähnlichen Poliermaschinen geschieht, wird der Kopf mit den aufgekitteten Linsen auf das sorgfältigste von allen anhängenden Schmirgelresten gereinigt. Da die Gewinde aller Köpfe und Schalen in den Großbetrieben normalisiert sind, macht der Übergang von der einen Maschine zur andern keine Schwierigkeiten.

Als Poliermittel dient heutzutage im allgemeinen das sogenannte P o l i e r r o t, ein besonders hergestelltes, scharf gebranntes und sehr fein geschlämmtes Eisenoxyd in je nach dem Zweck verschiedenen Feinheitsgraden. Als polierende Gegenfläche zu den Linsen kann jedoch nunmehr kein Metall verwandt werden, sondern es kommen nur weichere und schmiegsamere Stoffe in Frage, in die sich die Körnchen des Poliermittels leicht eindrücken können. Die feinste Politur und die größte Genauigkeit der Flächen erzielt man auf P e c h, so daß dieses für erstklassige Präzisionsoptik ausschließlich verwandt wird.

Das V e r f a h r e n d e s P o l i e r e n s entspricht dem des Feinschleifens; der Unterschied besteht nur darin, daß die Polierschalen mit einer Schicht besonders zubereiteten Pechs ausgekleidet sind, das durch Andrücken an eine Kugelfläche vorher in die richtige Form gebracht wurde. Das Polierrot wird, mit Wasser angerührt, während des Ganges der Maschinen von Zeit zu Zeit mit dem Pinsel aufgetragen; gegen Ende nimmt man jedoch nur noch das über dem Polierrot stehende Wasser mit den feinsten, schwebenden Teilchen in den Pinsel. Es ist sehr wesentlich für den Erfolg, für die jeweilige Arbeit auch jeweils die richtige Pechmischung von der entsprechenden Härte zu finden, die auch der Temperatur des Arbeitsraums angepaßt sein muß. Häufig kommt es vor, daß der Radius der frisch aufgesetzten Pechschale nicht genau mit dem Kugelradius des Linsenkopfes übereinstimmt, was man nach kurzem Polieren daran erkennt, daß nicht alle Linsen gleichzeitig angegriffen werden; infolge der äußerst geringen Dicke der Polierrotschicht gehört hierzu nur eine ganz geringe Abweichung. In diesem Fall ist es erforderlich, die Pechschale durch teilweises Ausschaben dem Linsenkopf genau anzupassen.

Für manche Zwecke, wo es auf äußerste Genauigkeit nicht so sehr ankommt, kleidet man die Polierschale mit Tuch oder gar mit Filz aus. Dies ist meist gebräuchlich bei billigerer Optik, wie z. B. den Linsen für Galileische Feldstecher und bei Brillengläsern. Tuch und Filz haben den Vorteil, daß sie ein wesentlich schnelleres Polieren als Pech gestatten; insbesondere beim Polieren von Brillengläsern arbeitet man vielfach mit derartigen Geschwindigkeiten, daß die Köpfe heiß werden. Natürlich muß man in solchem Fall sehr bedacht sein, daß die Erhitzung nicht bis zur Erweichung des die Linsen tragenden Kittgemisches geht.

Erwähnt sei nebenbei, daß in der älteren Zeit, insbeson auch für das Polieren von astronomischen Fernrohrobjektiven, Polierschalen mit Papier ausgekleidet wurden, wobei das Pol mittel Tripel in trockener Form diente. Der Vorteil die Polierverfahrens besteht darin, daß es schnell vor sich geht sich leicht Berichtigungen am Kugelradius ausführen lassen, so es von Amateur-Optikern auch heute noch gern angewandt w Ihr Nachteil ist jedoch der, daß die Flächen nicht den hohen Gl der Pechpolitur annehmen.

Unter Umständen wird auch heute noch ein trocknes Pol verfahren angewandt, nämlich zum Polieren des sehr weic Kalkspats für Polarisationsprismen, Abb. 1, *n*. Hier erfolgt Polieren auf Seide, mit der weichen Zinnasche als Poliermi

Über die p h y s i k a l i s c h e n V o r g ä n g e beim lieren von Glas und ähnlichen spröden Körpern herrs noch keine vollkommene Klarheit. Im wesentlichen stehen ander zwei Theorien gegenüber: Die eine Richtung sieht Poliervorgang als ein verfeinertes Schleifen an, derart, daß Schleifkratzer und die dadurch erzeugte Körnung der Oberflä immer feiner und schließlich submikroskopisch werden; die an Richtung dagegen vertritt die Ansicht, beim Polieren von finde, ähnlich wie beim Polieren von Metallen, eine Art Flie des Stoffes innerhalb der obersten molekularen Schichten st Da ein genaueres Eingehen auf diese Verhältnisse hier zu führen würde, sei nur auf die neueren, sehr bemerkenswerten handlungen von J. W. F r e n c h[1]), F. W. P r e s t o n[2]) E. T h o m s o n[3]) verwiesen.

Während des Polierens geschieht die Prüfung auf Richtigkeit des Kugelradius sowie auf die Genauigkeit Flächenform nicht mehr mechanisch, sondern nach ei wesentlich empfindlicheren Verfahren, nämlich mittels sogenannten P r o b e g l a s e s, eines Glaskörpers, der ge nach demselben Kugelradius wie die herzustellende Li jedoch im entgegengesetzten Sinne, geschliffen und poliert ist; also eine konvexe Linse geprüft werden, so erhält das Probe die entsprechende konkave Krümmung, und umgekehrt. N peinlichster Reinigung der Linsen und des Probeglases wird die auf die einzelnen Linsen aufgelegt, oder um zu vermeiden, im letzten Augenblick auffallende Staubkörnchen oder die geschlossene, nur langsam entweichende Luftschicht eine v kommene Berührung verhindert, besser von der Seite hera geschoben. Man beobachtet dann die hierbei entstehenden N e t o n schen Farbenringe; ob der Linsenradius kleiner oder grö als der des Probeglases ist, erkennt man daran, ob die Farbenri in der Mitte oder am Rand dichter zusammenliegen. Sind Farbenringe keine vollkommenen Kreise, so bedeutet dies, daß

Abb. 20 und 21. Goerzsches Sphärometer.

Linsenflächen gegenüber dem Probeglas keine vollkommene Kug form haben. Erst wenn nur noch ein bis höchstens zwei Farb ringe zu sehen sind, stimmt die Linsenform genügend mit der Probeglases überein. Bedenkt man, daß von Farbenring zu Farb ring der Unterschied im Abstand zwischen Linse und Probeg nur eine halbe Lichtwellenlänge beträgt, also für mittleres weil

[1]) J. W. F r e n c h, The Principles and Practice of Polishing, The Optic 62, S. 253 u. f.; 1921.

[2]) F. W. P r e s t o n, The Structure of Abraded Glass Surfaces, Transacti of the Optical Society, 23, S. 141 bis 164; 1921/22. Bericht hierüber: Deuts Optische Wochenschrift, 8, S. 253 bis 255; 1922.

[3]) E. T h o m s o n, The Mechanics of Optical Polishing, The Optician, S. 225 u. f.; 1922.

Licht nur rund 0,000 25 mm, so erkennt man, mit welch außerordentlicher Genauigkeit eine Linsenfläche hergestellt werden kann. Da der Erfolg der Arbeit also letzten Endes von der Güte des Probeglases abhängt, muß auf dessen Herstellung ganz besondere Sorgfalt verwandt werden. Deshalb gehören zu einem Probeglas stets zwei ineinander passende Teile, die man durch gegenseitiges Verschieben und Verdrehen auf die Genauigkeit ihrer Form prüfen kann. Das Probeglas ist vollkommen, wenn überhaupt keine einzelnen Farbringe mehr sichtbar sind, sondern über die ganze Oberfläche nur eine einzige einheitliche Interferenzfarbe erscheint. Da hierbei schon die Deformationen durch Temperaturunterschiede eine Rolle spielen, läßt man das Probeglas vor seiner Prüfung erst über Nacht ausruhen.

Nun kommt es aber nicht nur darauf an, daß die Kugel f l ä c h e des Probeglases fast mathematisch genau hergestellt wird, sondern es soll auch der Kugel r a d i u s einen vorgeschriebenen Wert erhalten. Instrumente, welche die Größe dieses Radius zu messen gestatten, nennt man S p h ä r o m e t e r. Das meist angewandte Meßprinzip besteht darin, daß man den Kugelradius aus der gemessenen Pfeilhöhe einer Kalotte von bekanntem Durchmesser bestimmt. Abb. 20 und 21 zeigen ein neueres Gerät dieser Art aus der Optischen Anstalt C. P. Goerz. Das umschließende Gußgehäuse a trägt oben eine ebene Tischplatte b, auf die gehärtete und genau kegelförmig geschliffene Stahlringe c von bekanntem Durchmesser aufgesetzt werden können. Zweckmäßigerweise gibt man diesen keine scharfe Schneide, sondern schleift sie in geringem Grade eben ab und bestimmt mittels Komparators den äußeren und inneren Ringdurchmesser s_1 und s_2. Das zu messende Probeglas d wird auf den Ring c aufgelegt. Die Messung der Pfeilhöhe erfolgt durch den senkrecht verschiebbaren Maßstab e, der durch ein Gegengewicht f mit geringer Kraft nach oben gedrückt wird, und mittels eines in die Wand des Gehäuses eingesetzten Ablesemikroskops mit Schraubenmikrometer g. Die Teilung der Trommel h gibt unmittelbar tausendstel Millimeter an, während die Zehntausendstel geschätzt werden können. Zentral durch das Mikroskopobjektiv hindurch wird der Maßstab von dem Lampenstutzen i aus beleuchtet. Würde man einmal das zu messende Probeglas und dann ein genau geprüftes Planglas auf den Ring c auflegen, so ergäbe der Unterschied der Ablesungen unmittelbar die gesuchte Pfeilhöhe. Zur Erhöhung der Genauigkeit setzt man jedoch besser einmal den konvexen und danach den konkaven Teil des Probeglases auf den Ring c auf, wie in Abb. 21 angedeutet ist. Man erhält so als Unterschied der Ablesungen die doppelte Pfeilhöhe $2\,h$, wobei als Ringdurchmesser das Mittel der Durchmesser s_1 und s_2 der Schneide eingesetzt werden kann.

Sehr kleine Radien lassen sich auf diese Weise nicht mehr messen, da sowohl Ringdurchmesser wie Pfeilhöhen zu klein würden. In solchem Falle stellt man die Probegläser am besten derart her, daß man ihren konvexen Teil als Vollkugel schleift, deren Durchmesser mittels eines dem beschriebenen Sphärometer ähnlich gebauten Präzisionsdickenmessers bestimmt wird. Der negative Teil des Probeglases wird dann unter Beobachtung der Newtonschen Farbenringe gegen diese Vollkugel bestimmt.

Die zur Prüfung von Planflächen erforderlichen ebenen Probegläser können sehr genau geprüft werden, indem man mindestens drei gleiche Probegläser wechselweise gegeneinander vergleicht. Es leuchtet ein, daß nur in dem Falle, wenn alle drei Probegläser ebene Flächen haben, je zwei beliebige ohne unzulässiges Auftreten der Farbenringe in Berührung gebracht werden können.

Auch zur genausten Prüfung des rechten Winkels von Prismen können Probegläser benutzt werden. Man gibt diesen rechtwinklige Form und schiebt sie auf einem Plan-Probeglas mit dem zu prüfenden Prisma zusammen. Auch diese rechtwinkligen Probegläser können durch Vergleichung von dreien untereinander auf ihre Richtigkeit geprüft werden.

Um einen Begriff von den auch in der Massenherstellung zu erzielenden Genauigkeiten zu geben, sei darauf hingewiesen, daß bereits bei den gewöhnlichen Feldstecherprismen der rechte Winkel auf mindestens 3 Minuten stimmen soll; bei einer Kathetenlänge von etwa 25 mm entspricht dies am Ende einer Fläche einem Fehler von 0,02 mm. Für andere Zwecke dagegen, wie z. B. bei den Ablenkungskeilen von Entfernungsmessern, müssen die Winkel auf 1 Sekunde genau eingehalten werden; dies entspricht bei einer Keillänge von 30 mm einem Fehler der Fläche am andern Ende von nur 0,000 15 mm.

Unter Umständen wird von Planflächen noch größere Genauigkeit verlangt als von Kugelflächen. Dies ist insbesondere der Fall bei Planplatten, die für interferometrische Apparate bestimmt sind. In solchem Falle prüft man die Planflächen am besten ebenfalls durch I n t e r f e r e n z v e r f a h r e n, da beim Auflegen einer nicht sehr dicken Planplatte auf das Probeglas die zu prüfende Fläche durch Adhäsion oder infolge des äußerst langsamen Ausgleichs des Luftdruckes innerhalb der dünnen Zwischenschicht Abweichungen ihrer wahren Form erleiden kann. Bei der Prüfung durch Interferenzen ist dagegen eine Berührung der beiden zu vergleichenden Flächen nicht erforderlich. Ein von der Optischen Anstalt C. P. Goerz gebauter und dort ständig in Gebrauch befindlicher Apparat dieser Art wurde von H. S c h u l z[1]) beschrieben. Er gestattet noch, die Abweichung einer Kugelfläche von 8 km Radius von der Normalplanplatte nachzuweisen.

[1]) H. S c h u l z, Interferenzapparat zur Prüfung von Planflächen, Zeitschr. f. Instrumentenkunde, 34, S. 252 bis 257; 1914.

Ebenso ist eine Prüfung durch Interferenzen erforderlich, wenn es sich darum handelt, genau planparallele Platten herzustellen, wie sie ebenfalls für interferometrische Meßinstrumente gebraucht werden. Diese Prüfungen können durch Beobachtung der Haidingerschen Ringe gleichfalls auf dem genannten Interferenzapparat ausgeführt werden.

Das Zentrieren.

Nachdem die Linsen die verlangten Dicken und genaue Kugelflächen erhalten haben, muß noch dafür gesorgt werden, daß ihr Rand genau zentrisch zu ihrer optischen Achse, d. h. zur Verbindungslinie der Mittelpunkte ihrer beiden Kugelflächen liegt, da sich sonst mehrere Linsen nicht zu einem einwandfrei arbeitenden optischen System vereinigen ließen. Diese Arbeit nennt man Zentrieren. Bei kleinen Linsen erfolgt dies in einfacher Weise mittels der in Abb. 22 bis 24 dargestellten Vorrichtung. Im wesentlichen besteht diese aus einer wagerecht gelagerten, durch einen Schnurlauf angetriebenen Spindel a, die an ihrem vorderen Ende das zur Aufnahme der Linse b bestimmte Rohrfutter c trägt. Das zugeschärfte offene Ende des Rohres wird auf der Achse a genau zentrisch ausgedreht und die Vorderfläche senkrecht zu dieser abgestochen. Wird nun die zu zentrierende Linse b mittels eines Siegellackwulstes i gegen die Vorderfläche des Futters c angekittet, jedoch so, daß aller überflüssige Siegellack herausgequetscht wird und sich nur noch eine äußerst dünne, gleichmäßige Kittschicht zwischen Metall und Glas befindet, so muß der Kugelmittelpunkt der angekitteten Linsenfläche ohne weiteres auf der Drehachse der Spindel a liegen. Aufgabe des Zentrierers ist es nun, auch die optische Achse der Linse mit der Drehachse zusammenbringen, d. h. also, dafür zu sorgen, daß auch der Mittelpunkt d der vorderen Kugelfläche auf die Drehachse zu liegen kommt.

Abb. 22 bis 24. Zentrierbank für Linsen.

Ob dies der Fall ist, erkennt er daran, ob das in der vorderen Linsenfläche gespiegelte Bild irgendeines Gegenstandes, also z. B. des Fensters, beim Drehen der Spindel stillsteht, oder bei größeren und flacheren Linsen, ob ein an den Rand der vorderen Fläche angelegter Fühlhebel in Ruhe bleibt. Ist dies nicht der Fall, so wird mit dem Blaubrenner das Futter erwärmt, die Linse auf diesem etwas verschoben und durch Drehen der Spindel wieder das Stillstehen des Spiegelbildes geprüft. Ist auf diese Weise schließlich das Zusammenfallen der optischen Achse der Linse mit der Drehachse erreicht, so wird der Linsenrand zentrisch zur Drehachse abgeschliffen, indem man an ihren Rand das auf einem Schlitten befindliche, mit Schmirgelbrei benetzte Messingblech e mittels der Schraube f heranführt und während des Abschleifens die Linse durch Verschieben des Lagerbockes g mittels des Handrades h hin- und herbewegt, um ein Balligwerden des Randes zu vermeiden.

Das Prüfen des Durchmessers, der ja später genau in die gedrehte Fassung passen muß, erfolgt hierbei mittels Schublehre oder in der Großfabrikation neuerdings vielfach mit G r e n z r a c h e n l e h r e n.

Für größere Linsen oder für Linsen, die außer der zylindrischen Umrandung auch noch eine anders gerichtete Fazette erhalten sollen, wie z. B. die Negativlinsen in Abb. 1 a sowie für Feldstecher-Prismen nach Abb. 1 l, denen eine zu dem Scheitel des rechten Winkels symmetrische halbkreisförmige Umrandung gegeben werden muß, sind vielfach F a z e t t i e r m a s c h i n e n in Gebrauch, bei denen das Abschleifen der Ränder durch Karborundscheiben oder Diamantwerkzeuge erfolgt. Solche Maschinen besitzen meist Vorrichtungen, die selbsttätig ausschalten, sobald das gewünschte Maß erreicht ist.

Brillengläser (Abb. 1, f bis i) werden gewöhnlich an rotierenden Schleifsteinen mit Durchmessern bis zu 600 mm fazettiert, und zwar entweder aus freier Hand oder besser selbsttätig. Je nach der Form der Brillenfassung ist die Umrandung hier rund oder oval und meist von dachförmigem Querschnitt.

Das Verkitten der Linsen.

Die ein optisches System zusammensetzenden Linsen stehen entweder in mehr oder minder großem Abstand frei hintereinander, vielfach ist es aber auch erforderlich, zwei oder mehrere

durch einen dem Glas annähernd gleich brechenden Stoff miteinander zu verbinden, entweder um unnütze Lichtverluste durch Reflexion zu vermeiden, oder um bei starken Krümmungen und damit verbundenen großen Brechungswinkeln überhaupt den Übertritt des Lichtes aus einer Linse in die benachbarte zu ermöglichen (vergl. z. B. Abb. 1, *a*, *c*, *d*, *e*). Selbstverständlich setzt dies voraus, daß bereits bei der Berechnung den beiden zu vereinigenden Flächen der gleiche Krümmungsradius gegeben wurde. Die meisten Kittmittel sind harzige Stoffe oder verharzende Öle, in erster Linie der hochbrechende Kanadabalsam, gelöst in Xylol, Chloroform oder ähnlichen Lösungsmitteln. Die beiden zu verkittenden Linsen werden erwärmt, auf die eine ein Tropfen des erwärmten und infolgedessen dünnflüssigen Balsams aufgetragen, dann die andere Linse blasenfrei aufgelegt und der überschüssige Balsam ausgequetscht. Gewöhnlich führt man diese Operation in besonderen, auf das sorgfältigste staubfrei gehaltenen Räumen aus.

Nun müssen aber auch diese beiden Linsen zueinander zentriert sein, d. h. ihre optischen Achsen müssen zusammenfallen. Wenn auch jede Linse bereits in sich zentriert ist, so genügt es in Fällen, wo die zu verkittenden Linsen verschiedene Durchmesser haben, wie z. B. in Abb. 1*a*, doch nicht, nur darauf zu achten, daß ihre Ränder zentrisch zueinander liegen. Zur Prüfung der gegenseitigen Zentrierung solcher Linsen und zur Berichtigung benutzt man deshalb einen wagerechten Fühlhebel nach Abb. 25 und 26, dessen Einstellung durch eine empfindliche Libelle beobachtet wird.

Abb. 25 und 26.
Libellen-Fühlhebel zur Prüfung der Zentrierung verkitteter Linsen.

Damit beim Verkitten von drei Linsen die Zentrierung der beiden zuerst vereinigten durch das Auflegen der dritten nicht wieder verloren geht, benutzt man für die ersten beiden einen härteren, schwerer schmelzbaren Balsam, als beim Aufkitten der dritten. Insbesondere bei diesem Hartkitten ist sorgfältig darauf zu achten, daß die Linsen nach dem Erkalten nicht „verspannt" sind. Die hierdurch entstehende Doppelbrechung des Glases würde die Bildgüte empfindlich stören.

Der Einbau der optischen Elemente.

Das Fassen der Linsen und Prismen kann auf verschiedenartige Weise geschehen, so z. B. durch Einkitten, Vorschrauben eines Ringes bei Linsen oder von Haltestücken bei Prismen, Umbördeln eines an der Fassung überstehenden Grates usw. Stets aber muß das Fassen so geschehen, daß auf das Glas kein schädlicher Druck ausgeübt wird, da hierdurch innere Spannungen und damit Doppelbrechung entstehen würde, die keine scharfen Bilder zustande kommen ließe. Besonders bei manchen Meßinstrumenten, wie z. B. Entfernungsmessern, sowie bei großen astronomischen Objektiven erfordert das Fassen ganz besondere Sorgfalt. Bei letzteren werden die Fassungen bisweilen aus zwei Stoffen verschiedener Ausdehnung derart zusammengesetzt, daß bei Temperaturänderungen der Ausdehnungsunterschied zwischen Glas und Metall aufgehoben wird. Astronomische Spiegel sind besonders empfindlich gegen Schwereverbiegungen; sie werden deshalb bisweilen von der Rückseite an mehreren Punkten durch ein Hebelsystem derart unterstützt, daß die Auflagedrücke in allen Lagen über die ganze Fläche hin eine gleichmäßige Verteilung behalten.

Daß nach einer Fabrikation, an die so hohe Ansprüche gestellt werden, schließlich eingehende Nachprüfungen jeglicher Art folgen, bedarf kaum der Erwähnung. Diese Prüfungen erstrecken sich aber nicht nur darauf, ob die errechneten Konstruktionswerte genau eingehalten, Politur und Flächenform gut sind, das Glas im Innern keine die Leistung beeinträchtigenden Fehler zeigt usw., sondern es muß auch die Güte des erzeugten Bildes untersucht werden. So wandert z. B. jedes photographische Objektiv, ehe es an das Lager gehen kann, in einen besonderen Prüfraum, wo an empfindlichen Probeobjekten sowohl das Mittel- wie das Randbild mit einer starken Lupe betrachtet wird; bisweilen erweist sich hierbei noch ein geringes Berichtigen der Linsenabstände zur Ausgleichung der letzten Fehlerreste als erforderlich. In manchen Fällen, wie z. B. bei Reproduktionsobjektiven, erfolgen Versuchsaufnahmen einer Probetafel im Prüfatelier. Bei Handfernrohren genügt das Betrachten des Bildes geeigneter Objekte durch das geübte Auge des Prüfers. Bei größeren Fernrohrobjektiven und Hohlspiegeln, ebenso wie auch bei besonders großen photographischen Objektiven müssen die restlichen Bildfehler, d. h. die Abweichungen der Lichtstrahlen von dem selbst in der Berechnung nicht erreichbaren idealen Gang zahlenmäßig festgestellt werden. Ein Eingehen auf diese Objektivprüfverfahren, die in der Literatur[1]) vielfältig beschrieben sind, würde jedoch hier zu weit führen.

Sollen die fertigen optischen Elemente ihre volle Leistungsfähigkeit entfalten, so bedarf naturgemäß auch die Herstellung der mechanischen Teile hoher Genauigkeit. Noch bis vor gar nicht langer Zeit und bei kleinen Betrieben auch heute noch fertigte der „Feinmechaniker" seine Instrumente im wesentlichen von Hand unter alleiniger Verwendung der Drehbank. Ein guter Mechaniker galt als „Künstler", eine in der älteren Literatur häufig wiederkehrende Anerkennung. Vorzugsweise wurde Messing verarbeitet, die Instrumente bestanden aus vielen durch Verschrauben und Verlöten verbundenen Einzelteilen und machten einen allzu leichten, wenig stabilen Eindruck. Das Arbeiten mit einem solchen Instrument erforderte infolgedessen häufig eine gewisse Vorsicht, um alle störenden äußeren Einflüsse, insbesondere bei Meßinstrumenten, zu vermeiden. Wenn auch schon gegen Ende des verflossenen Jahrhunderts Bestrebungen zu beobachten sind, die Instrumente organisch durchzukonstruieren und ihnen unter Verwendung modernerer Arbeitsverfahren günstigere Formen zu geben, so trat ein wesentlicher Wandel doch erst ein, als Präzisionsinstrumente in Großfabrikation hergestellt werden mußten und insbesondere, als vor rund 20 Jahren die Armeen aller Länder infolge der hohen Entwicklung der Waffentechnik in ausgedehntem Maße von optischen Meß- und Beobachtungsinstrumenten Gebrauch machten. Nunmehr mußte schon mit Rücksicht auf wirtschaftliche Fertigung und Auswechselbarkeit ganzer Instrumente und ihrer Teile konstruiert werden, sowie vor allem mit Rücksicht auf einwandfreies Funktionieren auch unter den schwierigsten äußeren Verhältnissen. Die Folge war weitgehende Verwendung von Formguß und Stahl, Herausarbeiten selbst dünnwandiger Teile aus dem vollen Material, Einführen von Zieher und Stanzen, Arbeiten nach Lehre und anderes mehr; wo man früher Justiermöglichkeiten vorgesehen hatte, die bei starker Beanspruchung stets eine Quelle von Unsicherheiten bilden, wurde jetzt verlangt, daß bereits die Vorfabrikation einen solchen Grad von Genauigkeit hat, daß Nacharbeiten und nachträgliche Verstellungen nach Möglichkeit vermieden werden können. Da dieser Entwicklungsgang in einer Abhandlung von H. Jacob[2]) bereits ausführlich dargestellt ist, mögen hier diese kurzen Hinweise genügen, um zu zeigen, wie die optische Großindustrie sich die Verfahren des Präzisionsmaschinenbaues zu eigen gemacht hat. Als abgeschlossen kann man diese Entwicklung auch heute noch nicht betrachten, und wenn auch die deutsche optische Industrie keine Gelegenheit mehr hat, an der Herstellung von Heeresgerät ihre Arbeitsverfahren zu vervollkommnen, so wird sie in Zukunft mehr noch durch die Not der Zeit gezwungen sein, den eingeschlagenen Weg weiter zu verfolgen. [1572]

[1]) Insbesondere Zeitschrift für Instrumentenkunde.
[2]) H. Jacob, Feinmechanik in der Großindustrie, „Der Betrieb", S. 327 bis 333; 1919.

Federdrehwage zum Schnellwägen leichter Körper.

Bei den sogenannten chemischen Wagen ist der Zeitaufwand zum Auflegen der Gewichte und zum Verschieben des Reiters für manche Wägungen unbequem, insbesondere wenn eine größere Anzahl von Stücken gleicher Art gewogen werden soll, oder wenn das Wägegut schnellen Veränderungen ausgesetzt ist. Die bei elektrischen Meßgeräten mit Spiralfedern gewonnenen Erfahrungen werden in einer Federdrehwage der A.-G. Hartmann & Braun, Frankfurt a. M., ausgenutzt, mit der zwar nicht ganz so genau wie mit chemischen Wagen, dafür aber sehr schnell gewogen werden kann.

Die Wage enthält nach einem Bericht von Oberingenieur Ernst Neumann eine mit geschliffenen Stahlspitzen in Edelsteinpfannen gelagerte Drehachse, auf der eine große und eine kleine Spiralfeder sitzen. Die inneren Enden beider Federn sind mit der Achse fest verbunden, auf der ferner ein einarmiger Wagebalken mit Aufhängehäkchen und Zeiger sitzt sowie eine Aluminiumscheibe, die in dem engen Luftspalt eines kräftigen Stahlmagneten als Wirbelstrombremse schwingt und den Wagebalken schnell zur Ruhe bringt. Das äußere Ende der größeren Spiralfeder ist mit einem zweiten Zeiger verbunden, der mittels Einstellhebels so über die Ableseskala gedreht werden kann, daß die Feder je nach der Drehrichtung mehr oder weniger gespannt wird. Das äußere Ende der kleineren Feder ist mit einem Stellknauf verbunden, durch den der Wagebalkenzeiger bei nicht belasteter Wage in die wagerechte Nullstellung gebracht werden kann.

Wird das Wägegut an den Wagebalken gehängt, so sinkt dieser und sein Zeiger nach unten. Dreht man jetzt mittels des Einstellhebels den Skalenzeiger, so werden die beiden Federn gespannt. Bei genügender Drehung des Skalenzeigers dreht sich dann die Federachse durch die Spannung der Feder so weit, daß der belastete Wagebalken wieder bis in seine Nullstellung gehoben wird. Alsdann zeigt der Skalenzeiger auf der Skala unmittelbar das Gewicht des Wägegutes an. Die Wage dient für Gewichte bis 1000 mg und wird u. a. in Faserstoffprüfräumen und Glühlampenfabriken benutzt. [M 358] M. J.

Optische Pyrometer als Temperaturmesser.

Von Dr. U. Retzow, Berlin, Physiker der AEG-Apparatefabrik.

Verwendungsfähigkeit und Gebrauchsweise der optischen Pyrometer: Untere und obere Grenze der Anwendung; Erweiterung der Teilung für höhere Temperaturen; Genauigkeit und Beglaubigungsfähigkeit. Fehlerquellen bei praktischen Messungen: Entfernung von der Lichtquelle, Einfluß von Gasen und Dämpfen, Beobachtung nicht schwarzer Strahler, Messungen durch verschiedene Beobachter.

Pyrometrie im engeren Sinne nennt man gewöhnlich diejenigen Verfahren der Temperaturmessung, bei denen die Wärme von dem zu messenden Gegenstande auf das Meßgerät nicht durch Leitung, sondern durch Strahlung wirkt. n Gegensatz zu den Gas- und Flüssigkeitsthermometern, Widerandsthermometern und Thermoelementen, die man auch als Beihrungsthermometer bezeichnet, entlehnt dieses Meßverfahren ine Grundlagen hauptsächlich der Strahlungslehre, und deshalb rauchen die Geräte mit dem zu messenden Gegenstand nicht in umittelbarer Verbindung zu stehen.

Gerade hierauf beruhen viele Vorteile, die dieses Verfahren zur estimmung höherer Temperaturen in der Technik auszeichnen nd ihm in verhältnismäßig kurzer Zeit umfangreiche Verbreitung rschafft haben. Schon, daß das Meßgerät den erhitzten Körper umittelbar berühren muß, bringt manche Schwierigkeit mit ch; bei höheren Temperaturen sind nur wenige Stoffe dafür eignet, deren Benutzung aber zumeist durch den Schmelzpunkt grenzt wird. Hochschmelzende Stoffe sind außerdem heute zu uer, zumal wenn ihre Lebensdauer durch chemische Reaktionen, urch Verdampfen und andre Vorgänge verringert wird. Nach rer theoretischen Grundlage lassen sich die optischen Pyrometer zwei Hauptgruppen einordnen: in Gesamtstrahlungsesser und in Teilstrahlungsmesser oder eigenthe optische Pyrometer. Die erste Art mißt die gesamte von m erhitzten Körper ausgehende Strahlung, also die sichtbare d die unsichtbare, während die optischen Pyrometer auf phototrischer Messung beruhen, also r mit der Lichtstrahlung beiten.

In dieser Einteilung ist zuich der kennzeichnende terschied der beiden Meßrfahren enthalten. Die Gentstrahlungspyrometer ermöghen, Wärmevorgänge ständig überwachen und die Beobitungen am Meßgerät fortfend aufzuzeichnen, wobei erdings das Meßgerät fest einaut werden muß. In dieser ziehung nähern sie sich also Thermoelementen, die infolge festen Einbaues die Tematur ebenfalls nur in ihrer chsten Umgebung zuverlässig angeben, aber keinen Anhalt für Wärmeverteilung im sonstigen Bereich des Ofens liefern, die anntlich auch bei besten Vorsichtsmaßregeln sehr verschieden kann, ausgenommen bei Öfen mit Flüssigkeitsbädern, z. B. Härterei.

Die freie Beweglichkeit, die auch bei den Gesamtstrahlungsometern ursprünglich vorhanden war und nur wegen des selbstgen Aufzeichnens der Beobachtungen aufgegeben wurde, ist den optischen Pyrometern voll erhalten; dadurch wird es auch glich, die Temperatur des zu beobachtenden Körpers an allen Auge zugänglichen Stellen zu bestimmen, und die Verwendkeit dieser Geräte wird dadurch erhöht, so daß man in Betrie, wo eine größere Anzahl von Öfen oder Wärmevorgängen überht werden soll, auch mit einem einzigen Gerät auskommt und, besonders vorteilhaft ist, gut vergleichbare Meßergebnisse erhält, alle Beobachtungen auf die gleiche Teilung bezogen werden.

Die Vorteile der Messung hoher Temperaturen auf optischem ge sind um so größer, als die Verwendbarkeit der Widerstandsmometer und der Thermoelemente vom betriebstechnischen dpunkt aus beschränkt ist. Den Einfluß hoher Temperaturen andrer Ursachen auf die Lebensdauer solcher Geräte haben Untersuchungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt[1]) eklärt, die sich zu diesem Zweck auch über längere Betriebsn erstrecken. Danach kann man annehmen, daß Thermoente aus unedlen Metallen, denn nur diese kommen zurzeit ausgedehnte Betriebe in Frage, nur bis zu 900 oder 1000 ° C chbar sind; darüber hinaus bereiten nicht allein die für die moelemente verwendeten Metalle Schwierigkeiten, sondern die Isolierung verliert zum Teil ihre günstigsten Eigenften, so daß die elektromotorische Kraft durch Übergangne verloren geht, und die Messung erschwert wird. Die peraturen über 1000 ° C sind hiernach das gegebene Verlungsgebiet für die Strahlungsmesser.

Beim Wanner-Pyrometer wird die von dem beobachte- Körper ausgesandte Strahlung gleichzeitig mit dem Licht einer en Vergleichlampe, die eine Hilfsbatterie speist, durch ein lsichtiges Polarisationsprisma zerlegt; unter Benutzung eines als Farbfilter dienenden Absorptionsglases und nach Abblendung bestimmter Teilstrahlen erhält man aus den beiden Quellen für die beiden Hälften des Gesichtsfeldes Licht von gleicher Farbe, aber von entgegengesetzter Polarisation. Die beiden Hälften des Gesichtsfeldes werden dann durch Drehen eines Analysators auf gleiche Helligkeit gebracht, und die Größe dieser Drehung ergibt ein Maß für die Helligkeit des beobachteten Körpers und damit auch für seine Temperatur. Hauptbedingung für die Erzielung genauer Meßergebnisse ist hierbei, daß die Vergleichlampe stets mit gleicher Stromstärke brennt. Da hierzu häufige Prüfungen notwendig sind, gestaltet sich der Gebrauch des sonst für sehr genaue Messungen geeigneten Gerätes in der Praxis etwas umständlich; auch ist es für viele Zwecke nicht günstig, daß man, wie bei allen photometrischen Messungen, den Gegenstand selbst nicht sehen kann, sondern sich auf Schätzungen stützen muß.

In dieser Hinsicht scheinen Pyrometer leichter zu handhaben, die mit verschwindendem Glühfaden arbeiten. Beim Pyrometer von Holborn-Kurlbaum[2]) befindet sich die Vergleichlampe, deren Helligkeit man mit Hilfe eines in Reihe geschalteten Widerstandes verändern kann, gerade in der Sehrichtung. Da die Helligkeit der von einem glühenden Objekt ausgesandten Lichtstrahlung von seiner Temperatur und die Helligkeit des Glühfadens der Vergleichlampe von der Stromstärke abhängt, so kann man bei gleicher Helligkeit dieser beiden Lichtquellen die Stromstärke als Maß für die Temperatur ansehen und die Teilung eines Strommessers nach Temperaturgraden eichen. Solange kein Strom durch die Vergleichlampe fließt, Abb. 1, hebt sich ihr Glühfaden als schwarzer Strich von der glühenden Fläche des zu messenden Körpers ab; das bleibt auch so, wenn die Stromstärke nicht ausreicht, um den Faden mit gleicher Helligkeit zum Glühen zu bringen. Ist diese Helligkeit erreicht, Abb. 2, so verschwindet der Faden völlig aus dem Gesichtsfelde, und sein Bild löst sich gewissermaßen in der glühenden Fläche auf. Bei weiter zunehmender Stromstärke erscheint der Faden heller als der glühende Gegenstand, Abb. 3.

Abb. 1 bis 3. Einstellung eines Glühfaden-Pyrometers.

Das optische Pyrometer der AEG, das dieselben physikalischen Grundlagen benutzt, ist insofern im Gebrauch bequemer, als man den Strom für die Vergleichlampe dem vorhandenen Netz entnehmen kann; da ferner bei einer bestimmten Spannung der Vorschaltwiderstand die Stromstärke bestimmt, zeigt die Stellung des Widerstandschiebers unmittelbar die Temperatur an. Die Teilung befindet sich demnach am Pyrometer, und das besondere Ablesegerät für die Lampenstromstärke sowie die Hilfsbatterie werden überflüssig.

Die Möglichkeit, Temperaturen zu messen, hat bei allen optischen Pyrometern eine untere Grenze, nämlich diejenige Temperatur, bei welcher die vom heißen Körper ausgesandte Strahlung dem menschlichen Auge nicht mehr als Licht wahrnehmbar wird. Da ein erwärmter Körper an die kältere Umgebung Strahlen aussendet, die mit steigender Temperatur die Farbenreihe vom dunklen Rot über Gelb bis zum intensiven Weißglühen durchlaufen, beginnt die Lichtempfindung mit der schwachen Rotglut für ein normales Auge bei 600 ° C. Praktisch ist daher die untere Grenze für optische Messungen 650 ° C. Versuche, die Grenze durch besondere Einrichtungen an dem Gerät herabzusetzen, scheinen belanglos, da für diese Temperaturen Widerstandsthermometer und Thermoelemente zur Verfügung stehen.

Eine obere Grenze der Gebrauchsfähigkeit von optischen Pyrometern gibt es theoretisch überhaupt nicht, da man bei Benutzung der Strahlungsgesetze das beherrschte Gebiet erheblich erweitern kann. Beim unmittelbaren Vergleich des glühenden Lampenfadens mit dem beobachteten Körper ist die Temperatur des vollbelasteten Glühfadens die obere Grenze; diese liegt nach verschiedenen Beobachtungen[3]) für Kohlenfadenlampen zwischen 1800 und 1900 ° C, für Metallfadenlampen um 100 bis 200 ° C höher. Da aber bei Höchstbelastung einer Lampe der Faden dauernd zerstäubt, darf man eine Lampe für Pyrometer, bei der es gerade auf die Unveränderlichkeit des Lichts ankommt, niemals voll beanspruchen, sondern kann sie nur bis zu 1500 oder 1600 ° C verwenden. Oberhalb dieser Temperatur braucht man Hilfsmittel, um die von dem beobachteten Körper ausgesandte Strahlung zu

[1]) Hoffmann, Über die Brauchbarkeit von Thermoelementen aus ...n Leitern in hohen Temperaturen. ETZ 1920 S. 427.

[2]) Ann. d. Phys. 1903 S. 225.

[3]) v. Pirani-Meyer: Temperatur von Glühfäden. Verhandlg. d. Dtsch. Physikal. Ges. 1902, Bd. 14, S. 213.

schwächen. Hierfür verwendet man in neuerer Zeit besonders Rauchgläser; Hauptbedingung für ihre Gebrauchfähigkeit ist, daß sie verschiedene Wellenlängen möglichst gleichmäßig durchlassen. Im praktischen Gebrauch werden sie am Objektiv des Pyrometers so angebracht, daß sie nur die Strahlung des beobachteten Gegenstandes, nicht aber die der Vergleichlampe schwächen, Abb. 4.

Das Absorptionsvermögen dieser Gläser mißt man, indem man den Gegenstand einmal mit und einmal ohne Glas beobachtet. Hat man so für ein bestimmtes Rauchglas die Durchlässigkeit D bestimmt, so ergibt sich die Durchlässigkeit für ein Glas der gleichen Sorte, aber von $x$facher Dicke aus $D_x = D^x$.

Um den Meßbereich eines Pyrometers nach oben zu erweitern, kann man auch umlaufende Scheibenausschnitte benützen, die z. B. auch zu photometrischen Zwecken dienen. Hier kann man durch Verändern der Ausschnittöffnung oder der Umlaufgeschwindigkeit die Schwächung in weiten Grenzen ändern. Praktisch dürfte aber dieses Verfahren nur an fest eingebauten Laboratoriumpyrometern verwendbar sein. Ein weiteres Verfahren dieser Art ist die Absorption der Strahlung durch Reflexion. Man bringt vor das Objektiv des Pyrometers Spiegel oder Reflexionsprismen, Abb. 5 und 6, und kann durch einoder mehrmalige Reflexion der zu messenden Strahlung eine

Abb. 4. Pyrometer für höhere Temperaturen.

Abb. 5 und 6. Strahlenschwächung durch Prismenreflexion nach Holborn-Kurlbaum.

Abb. 7. Einfluß des Abstandes auf Pyrometermessungen.

Schwächung erzielen, die von dem Stoff der spiegelnden Körper abhängt.

Alle diese Verfahren zur Erweiterung des Meßbereiches der Pyrometer setzen die Kenntnis der Absorptionsziffer des betreffenden Schwächungsmittels für das bei der Beobachtung benutzte Licht, d. h. für die betreffende Wellenlänge, voraus. Erst wenn diese Zahl A bekannt ist, kann man die vorhandene Temperaturteilung nach $\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} = \frac{\lambda}{c} \ln A$ auf einen höheren Meßbereich erweitern. In der Formel ist λ die benutzte Wellenlänge in μ, c ein Festwert, der nach den neuesten Messungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt 14 350 beträgt, T_1 die absolute Temperatur eines schwarzen Körpers, deren Messung nach Vorschalten der Abschwächungsvorrichtung T_2 ergibt. In dieser Form gibt das Wiensche Strahlungsgesetz einen einfachen Weg an, um aus zwei Beobachtungen an einem erhitzten Körper die Absorptionsziffer der Einrichtung zu bestimmen.

In der Praxis ist man stets bemüht, den Bereich der Meßgeräte der Größenordnung der zu beobachtenden Werte anzupassen; so wird auch dem Meßbereich der Pyrometer durch den praktischen Betrieb eine obere Grenze gesetzt.

In den Öfen zum Glühen und Vergüten von Metallteilen herrschen Temperaturen bis zu rd. 1000° C; etwas höhere bisweilen in den Härtereien, doch sind auch hier Temperaturen über 1300° C recht selten. Die Öfen zur Leuchtgaserzeugung arbeiten mit Temperaturen bis zu rd. 1200° C. Zum Brennen von Porzellan und Steingut benötigt man in den einzelnen Brennöfen abgestufte Temperaturen, die 1400 bis 1500° C erreichen. In der Glaserzeugung kommt man bei einigen Vorgängen bis auf 1500° C. In den Gießereien steigt die Temperatur je nach der Art des Metalles bis auf 1400° C. Nur bei der Stahlerzeugung kommen Temperaturen bis zu rd. 1600° C vor. Dies ist die obere Grenze für die Verwendung der optischen Pyrometer in der Praxis. Darüber hinauszugehen, scheint nicht gerechtfertigt, da die heutige Entwicklung mehr die Erkenntnis und genaue Erfassung der einzelnen Arbeitsvorgänge als irgendwelche Gipfelleistungen erstrebt.

Höhere Temperaturen kommen somit heutzutage fast nur für Laboratorien in Frage, wo man sich über die Verhältnisse, unter denen die Messung ausgeführt werden soll, und über die Fehler, die dabei auftreten können, unterrichten muß. Diese Einzelfälle sind aber kein Anlaß, die für den praktischen Gebrauch bestimmten Pyrometer zu ändern oder ihren Meßbereich ständig zu erweitern. Zurzeit genügen für die Praxis Instrumente, die entweder für 700 bis 1300° C oder für 1000 bis 1600° C bestimmt sind. Man kann diese beiden Meßbereiche auch in demselben Pyrometer vereinigen, nur muß man dafür sorgen, daß Verwechslungen beim Ablesen vermieden werden.

Die auf den Markt gebrachten Pyrometer sollen aber auch gewissen Ansprüchen an Genauigkeit genügen, die durch ihre Bauart oder durch die Anforderungen der Technik bestimmt werden. Wenn man als zulässige Abweichung 1 vH der an der Teilung abgelesenen Temperatur festsetzt, so trägt man den gegenwärtigen Bedürfnissen völlig Rechnung. Bei späterer Verfeinerung der Betriebsverfahren könnten die Fehlergrenzen enger gefaßt werden. Die Festsetzung der Genauigkeitsgrenze wäre ein großer Fortschritt in der Temperaturmessung auf optischem Wege, da sie die Beglaubigungsfähigkeit der Pyrometer durch die staatlichen Prüfungsämter einleiten könnte, die nicht nur für den Verbraucher wertvoll ist, sondern auch eine Beurteilung der in Gebrauch befindlichen und der neu herauskommenden Bauarten ermöglicht; sie würde ferner den Weg für eine umfangreichere Benutzung dieses Meßverfahrens in der Praxis ebnen und die Zurückhaltung beseitigen, die zurzeit zahlreiche Betriebe der optischen Messung und Überwachung von Temperaturen gegenüber noch einnehmen.

Obgleich man zum Messen mit einem optischen Pyrometer nur ein kleines Schauloch braucht, durch das nur wenig Hitze nach außen dringt, ist es doch wichtig, zu erfahren, welchen Einfluß der Abstand des Pyrometers vom Ofen auf das Meßergebnis hat. Zu diesem Zwecke wurden Untersuchungen an einem elektrisch geheizten Ofen ausgeführt, wobei eine besondere Einrichtung dazu diente, das Pyrometer stets auf dieselbe Stelle im Ofen einzustellen (s. Zahlentafel 1 und Abb. 7).

Zahlentafel 1:
Pyrometermessungen bei verschiedenen Abständen vom Ofen.

Entfernung des Objektivs vom Schauloch in m	0,5	1	2	3	4	5	6
Temperatur °C	1005	1005	1005	1002	996	983	98[illegible]
Abnahme in vH	0	0	0	0,3	0,9	1,7	2,5

Als Ergebnis dieser Untersuchungen kann man feststellen, daß man die Messungen bis zu 2 m und allenfalls 3 m entfernt vom Körper ausführen kann, ohne daß das Ergebnis ungenau wird.

Neben der Begrenzung ist auch der Verlauf der Temperaturteilung von Belang. Dieser wird durch den unmittelbaren Zusammenhang zwischen der Helligkeit des Lichtes und dem Stromverbrauch der Vergleichlampe sowie durch die Bauart der Lampe bestimmt. Da sich der elektrische Widerstand des Glühfadens mit der Belastung ändert, bleibt der Gesamtwiderstand des Meßstromkreises nicht gleich, so daß sich auch die Stromstärke nicht genau proportional dem vorgeschalteten Regelwiderstand ändert; z. B. nimmt der Widerstand bei einer Metallfadenlampe mit steigender Stromstärke bedeutend zu, bei einer Kohlenfadenlampe wegen der negativen Temperaturziffer der Kohle dagegen ab, s. Abb. 8. Dieses verschiedenartige Verhalten der Lampen drückt sich auch im Verlauf der Temperaturteilung aus. Ein anderes Mittel, den Verlauf der Teilung willkürlich zu beeinflussen, bieten parallel oder in Reihe geschaltete Widerstände von gleicher oder entgegengesetzter Temperaturziffer. Neuerdings stellt man in Amerika auch Lampen her, die in der Sehrichtung parallele Glasflächen haben, die alle Störungen durch die Krümmung der Lampenwandung vermeiden; vorläufig macht aber die Erzeugung solcher Lampen Schwierigkeiten, so daß sie noch nicht praktisch benutzt werden.

Die Handhabung der optischen Pyrometer ist äußerst einfach; trotzdem muß man bei der Messung einige Gesichtspunkte beachten, wenn man größere Fehler vermeiden will. Wird die Beobachtung in einem Raum ausgeführt, dessen Luft durch herumwirbelnde Fremdteilchen verunreinigt ist, so kann die Strahlung durch die Luft geschwächt werden. Messungen hierüber anzustellen, ist schwierig, da der Einfluß wesentlich von der besondern Verteilung der Verunreinigungen abhängt; es ist aber möglich, ein Bild von der Größenordnung dieser Einflüsse zu gewinnen, wenn man die einschlägigen Untersuchungen[1] darauf prüft, ob die Ergebnisse bei optischen Pyrometern wesentlich anders sein können.

[1] Berndt, Untersuchung zweier Strahlungsmesser. Dingler [illegible] S. 269, 281.

Zu diesem Zweck wurde zwischen das Pyrometer und den ..n ein Glasgefäß gestellt, dessen Wände rd. 38 cm von einander ..fernt waren. Die Ofentemperatur von 1089° C wurde durch ..beiden Glaswände allein um 27° C abgeschwächt. Wurde ..n das Gefäß mit Wasserdampf gefüllt, so wurde die ge..essene Temperatur um weitere 16 bis 38° C kleiner; der Ein..ß von Kohlensäure, die im Glasgefäß selbst erzeugt ..rde, war wesentlich geringer, nämlich 6 bis 9° C. Diese Er..nisse stimmen, soweit man bei den geänderten Versuchsbe..gungen erwarten kann, mit den früheren Versuchen gut über.. Dagegen war der Einfuß von Rauch mit 14 bis 56° C ..gefähr dreimal so groß wie bei früheren Versuchen. In der ..xis kann man diesen Einflüssen fast ganz dadurch begegnen, .. man die Beobachtungen immer von der Windseite aus ..tellt. In gleicher Weise muß man auch darauf achten, daß .. beobachtete Gegenstand nicht von helleren Flammen oder ..eren Ofenwandungen bestrahlt wird, da man sonst eine zu ..e Temperatur ablesen würde.

Eine andere Fehlerquelle kann das Absorptionsvermögen .. beobachteten Körpers bilden. Bekanntlich gelten die ..ahlungsgesetze nur für einen sogenannten schwarzen Körper, .. dem auch die optischen Pyrometer geeicht werden. Die meisten ..nischen Öfen kommen dieser Bedingung nahe. Wird aber .. Körper beobachtet, der sich nicht in einem solchen Ofen ..ndet, z. B. beim Walzen, Gießen und Schmieden, so ist die ..hlung infolge .. Absorptions..er erheblich ..ner. Diese ..gt besonders .. der Ober..henbeschaffen.. des Stoffes ab .. beträgt, was .. ziemlicher ..erheit bis rd. ..° C nachge..sen worden .. z. B. für ..sigen Stahl 0,4, .. Eisenoxyd .. für flüssige ..acke 0,65.

Abb. 8. Widerstände einer Metallfaden- und einer Kohlenfadenlampe.

In solchen Fällen wird somit am Pyrometer eine zu geringe ..peratur abgelesen und eine Berichtigung erforderlich. Diese ..igt

$$t_1 = \frac{c\,[t_2 + 273]}{c + \lambda\,[t_2 + 273]\,\ln A} - 273°,$$

..n t_1 die wahre Temperatur und t_2 die am Pyrometer abge..ste Temperatur in °C bezeichnet. Die Berichtigung hängt ..erum von der Absorptionsziffer A sowie von der benutzten ..enlänge ab und wächst mit der beobachteten Temperatur. ..man aber bei einem gegebenen Pyrometer stets mit einem bestimmten Farbfilter[2]) (häufig Rotgläser), also mit unveränderlicher Wellenlänge arbeitet, so kann λ als konstant angesehen werden. Abb. 9 zeigt die Berichtigungen für ein Pyrometer mit der Wellenlänge $\lambda = 0{,}635\,\mu$.

Den engen Zusammenhang zwischen den genannten Größen kann man in der Weise ausnutzen, daß man an Pyrometern, die nur für die Stoffe von derselben Absorptionsziffer bestimmt sind, die Berichtigung schon bei der Ablesung berücksichtigt, wie dies z. B. die sogenannte Shook-Teilung ermöglicht. Diese Arten von Wanner-Pyrometern tragen außer der Teilung für die Ofentemperaturen noch eine zweite Teilung für die Beobachtung eines bestimmten Stoffes, wie Eisen und Stahl, Glas oder Kupfer, die allerdings nur für die betreffenden Absorptionsziffern benutzt werden darf.

Der Einfluß der physiologischen Fähigkeiten verschiedener Beobachter auf die Ablesungen am optischen Pyrometer ist sehr gering. Die Ablesungen, die fünf verschiedene Personen ohne besondere Übung in der Handhabung eines Glühfadenpyrometers bei 785° C Ofentemperatur ganz unabhängig von einander an demselben Gerät machten, waren im Gesamtmittel von 20 Beobachtungen nur um 0,4° C (0,05 vH) kleiner als der mit einem Thermoelement und dem gleichen Pyrometer bestimmte Wert. Die Einzelmessungen lagen im ungünstigen Fall um 5° C auseinander; das Mittel aus den vier Einzelbeobachtungen jeder Person betrug höchstens 788° C und mindestens 783° C; die größten Unterschiede vom Mittel betrugen somit nur ± 2½ °C. Beim Herabregulieren der Stromstärke eines helleren Fadens auf die Helligkeit des Vergleichkörpers fand man stets eine um 2 bis 3° C höhere Temperatur, als wenn man die Stromstärke des Lampenfadens bis zur gewünschten Helligkeit steigerte. Jedenfalls reicht aber die Empfindlichkeit des menschlichen Auges für die Helligkeitsunterschiede, die bei Messungen mit optischen Pyrometern in Betracht kommen, völlig aus. [1509]

Abb. 9. Einfluß verschiedener Absorptionsziffern auf Pyrometermessungen.

[1]) Burgeß-Leithäuser, Die Messung hoher Temperaturen, ..

[2]) Forsythe, Vergleichende Studie von monochromatischen Farbscheiben für optische Pyrometer. Soc. Chem. Industry 1921, Bd. 40, S. 197.

E.. Wasserstandzeiger mit elektrisch betätigter Schreibvorrichtung.

..Von der Hanomag wird ein neuer Wasserstandanzeiger mit selbst..ter Schreibvorrichtung, Bauart Bodenburg, hergestellt. Er besteht ..s einem drehbar in nachstellbaren Stahlspitzen gelagerten Elektro..eten mit der Spule k, Abb. 1 bis 3, zwischen dessen beiden flachen ..kelu i ein unmagnetisches Rohr c steht. Im Innern des oben ..lossenen und unter Kesseldruck stehenden Standrohres kann sich ..leichfalls unmagnetischer Metallstab, der mit seinem unteren Ende ..m Schwimmer f befestigt ist, heben und senken. Der am oberen .. des Stabes sitzende Eisenanker a bewegt sich völlig reibungsfrei ..tandrohr und schließt dauernd den Kraftlinienkreis zwischen ..eiden Magnetschenkeln. Diese machen zwangläufig alle Schwin..n des Ankers mit. Ihre pendelnde Bewegung um die Stahlspitzen ..uf ein Zeigerwerk mit Schreibstift übertragen, und dieser zeichnet ..ewegungen auf einem Papierstreifen auf, der um eine Uhrwerk..mel b gespannt ist. Mit dem Anzeiger können Unterschiede des ..rstandes bis zu 400 mm aufgezeichnet werden, ein Bereich, der .. Aufschlüsse gibt, wenn die vorgeschriebenen Wasserstandanzeiger .. mehr erkennen lassen, da deren Schaugläser meist kürzer als ..m sind.

..eibungswiderstände, wie sie namentlich Stopfbuchsen bieten, und ..um zu überwinden sind, treten hierbei nicht auf. Die Bewegung ..ediglich durch Magnetismus übertragen. Zur dauernden Erregung ..agneten durch Gleichstrom sind nur ungefähr 0,4 A bei 110 V nötig. ..kann daher den Anzeiger an die Steckdose der nächstgelegenen ..itung anschließen. (Archiv für Wärmewirtschaft Februar 1923.) ..354] Sd.

Abb. 1 bis 3. Wasserstandzeiger mit selbsttätiger Schreibvorrichtung.

a Eisenanker
b Schreibtrommel mit Uhrwerk
c Standrohr
d Befestigungsstutzen
e 1½ Zoll-Gasgewinde
f Schwimmer
g Wellenbrecher
h Steckdose
i Magnetschenkel
k Magnetspule.

Die Entwicklung des Kreiselkompasses.

Von O. Martienssen.

Erste Konstruktionsversuche. Theorie des Kreiselkompasses. Drei konstruktive Aufgaben. Die wichtigsten Ausführungen von Kreiselkompassen für Schiffe. Der Kreiselkompaß im Schachtbau.

Erste Konstruktionsversuche

Am 27. September 1852 führte Léon Foucault[1]) der Akademie der Wissenschaften in Paris einen neuen Apparat vor, den er Gyroskop nannte, und an dem er die Erddrehung experimentell zeigen konnte. Der Apparat enthielt einen mit Schnur angetriebenen Kreisel, der in einem wagerechten Ring gelagert war. Dieser Ring war wieder um eine wagerechte Achse drehbar in einem senkrechten Ring gelagert und dieser an einem möglichst torsionsfreien Faden aufgehängt. Der Schwerpunkt des wagerechten Ringes mit Kreisel lag im Aufhängemittelpunkt, so daß das System kräftefrei aufgehängt war. Wenn sich der Kreisel schnell drehte, blieb die Ebene des senkrechten Ringes im Raume fest, führte also relativ zu der sich drehenden Erde eine Drehung aus. Diese konnte Foucault in den 10 Minuten, während deren sein Kreisel lief, mittels Mikroskopes gut beobachten.

Foucault setzte der Akademie auseinander, daß die Achse seines Kreisels eine Richtkraft enthalten müsse, welche sie in den geographischen Meridian einzustellen suche, sobald man sie zwinge, in der wagerechten Ebene zu bleiben. Dies sei z. B. dann der Fall, wenn der innere Ring des Gyroskops in wagerechter Lage im senkrechten Ring festgeklemmt werde. Es könne also die Achse eines derartigen Kreisels als Kompaß zur Anzeige des geographischen Meridians ebenso benutzt werden wie eine Magnetnadel zur Anzeige des magnetischen Meridians.

Mit dieser Überlegung hatte Foucault die Grundidee des Kreiselkompasses gegeben. Sein Gyroskop erlaubte ihm aber nicht, seine Schlußfolgerung durch Versuche zu beweisen, weil die Laufzeit des Kreisels zu kurz war.

1865 verbesserte M. G. Trouvé[2]) das Foucaultsche Gyroskop dadurch, daß er den Kreisel als Anker eines Gleichstrommotors ausbildete, Abb. 1, und somit während längerer Zeit auf etwa 300 Uml./s halten konnte. Für Benutzung an Bord von Schiffen wählte Trouvé die Form nach Abb. 2. Bei dieser ist die Kreiselachse in einem senkrechten Ring gelagert, der in einem äußeren senkrechten Ring um eine senkrechte Achse drehbar ist. Die senkrechte Stellung dieser letzteren Achse und damit die wagerechte Lage der Kreiselachse wird durch ein schweres Gewicht an einem langen Hebelarm erzielt. Dieser Trouvésche Apparat ist demnach der erste ausgeführte Kreiselkompaß. Einen ähnlichen Apparat hat 1878 der amerikanische Physiker Hopkins beschrieben.

Auch der von dem Franzosen Dubois konstruierte Kreiselkompaß war nach denselben Grundsätzen entworfen. Er wurde auf einer französischen Fregatte aufgestellt, bewährte sich aber bei einer Fahrt nach Westindien nicht.

[1]) Léon Foucault, Comptes rendus 35 (2) S. 421, 424 u. 469; 1852.
[2]) M. G. Trouvé, Comptes rendus 3 (2) S. 357 und 463; 1890.

Sir W. Thomson (Lord Kelvin)[3]) griff ebenfalls die Gedanken von Foucault auf und legte 1884 der British Association zu Southport die Beschreibung seines Kreiselkompasses vor. In dieser machte er zum ersten Male den Vorschlag, das anzeigende System zur Vermeidung der Lagerreibung mit hinreichender Stabilität schwimmend aufzuhängen. Von seinen späteren Versuchen zusammen mit der englischen Kriegsmarine ist nur wenig in die Öffentlichkeit gedrungen.

Die schwimmende Aufhängung wurde von Marinus Geradus van den Bos[4]) 1885 verwirklicht. In der seiner Patentschrift entnommenen Abbildung 3 erkennt man einen durch Gleichstrommotor angetriebenen Kreisel, der in einem schwimmenden Blechtopf gelagert ist. Die Kreiselachse wird dadurch wagerecht gehalten, daß der Blechtopf unten beschwert ist und daher in senkrechter Stellung schwimmt. Er ist in einem äußeren mit Wasser gefüllten Gefäß dadurch zentriert, daß er mit geringem Druck auf einer zentralen Pinne aufliegt.

Kompasse nach van den Bos wurden zunächst von einer Pariser Firma und dann von Siemens & Halske unter persönlicher Leitung Werner von Siemens' gebaut. An ihnen beobachtete man das von Foucault vorausgesagte Einschwingen der Kreiselachse in die Nord-Süd-Richtung, überraschenderweise aber auch, daß die Dauer der Schwingungen, die die Kreiselachse um die Nord-Süd-Richtung ausführte, mit zunehmender Drehzahl des Kreisels zunächst abnahm, bei einer verhältnismäßig geringen Drehzahl ein Minimum hatte und dann wieder zunahm. Da die Konstrukteure der Meinung waren[5]), daß der kleinsten Schwingungsdauer die größte Richtkraft entspreche, suchten sie eine möglichst kleine Schwingungsdauer zu erzielen und benutzten demgemäß nur kleine Kreisel mit geringer Drehzahl.

Durch diesen Irrtum über die Schwingungsverhältnisse des Kreiselkompasses erhielten die Apparate so geringe Richtkraft, daß keine befriedigend genaue Einstellung der Kreiselachse in die Nord-Süd-Richtung erreicht wurde. Bordversuche versagten völlig, ebenso wie in Frankreich und England.

[3]) Nature 30 S. 523; 1884 und Report of the British Association 1884 S. 625.
[4]) Marinus Geradus van den Bos, D.R.P. Nr 34513.
[5]) Diese Mitteilung verdanke ich Herrn Schwennicke, der die Versuchswerkstatt unter Werner von Siemens leitete.

Abb. 1. Gyroskop nach Foucault-Trouvé.

Abb. 2. Kreiselkompaß nach Trouvé.

Abb. 3. Kreiselkompaß nach van den Bos

Abb. 4. Versuchskompaß von Martienssen

Im Jahre 1904 konstruierte Dr. Anschütz-Kaempfe einen elektrisch angetriebenen Kreiselapparat mit einem indifferent aufgehängten Kreisel, dessen Achse ihre Richtung im Raum ebenso wie bei dem Foucaultschen Gyroskop längere Zeit beibehielt. Der Apparat sollte ihm auf einem Unterseeboot den Magnetkompaß ersetzen. Mit dem Boote wollte er unter dem Eise hindurch den Nordpol erreichen. Ein Magnetkompaß oder ein gewöhnlicher Kreiselkompaß wäre zu diesem Zwecke nicht verwendbar gewesen, da beide in der Nähe des Poles so gut wie keine Richtkraft haben. Versuche mit dem Apparat ergaben, daß die Kreiselachse unter Umständen nicht eine feste Richtung im Raume, sondern eine feste Richtung relativ zur Erde einnimmt, wenn das schwimmend aufgehängte System ein ganz kleines ntergewicht besitzt[1]). Diese Eigentümlichkeit des „Azimutpparates" ergibt sich nach Usener[2]) durch Zusammenirken der Reibung in den senkrechten Lagern und der abilisierenden Wirkung des Untergewichtes. Da die Reibung aturgemäß veränderlich ist, erklärt es sich, daß die Versuche i diesem Gerät trotz geschickter mechanischer Ausbildung)enso fehlschlagen mußten, wie die der Firma Hartmann & raun an einem nach Angaben von Narzis Ach hergestellten zimutapparat.

Theorie des Kreiselkompasses

In den Jahren 1904 bis 1906 nahm ich[3]) bei der Firma emens & Halske die von Werner von Siemens abgebrochenen ersuche wieder auf, stellte erstmalig eine genaue Theorie s Kreiselkompasses auf und prüfte sie mit dem in Abb. 4 rgestellten Versuchsapprat.

Nach dieser Theorie ist die Richtkraft K des Kreiselmpasses[4])

$$K = \Theta\, o\, \omega \cos\varphi \sin\alpha \quad \ldots \quad (1).$$

er ist Θ das Trägheitsmoment des Kreisels bezogen auf die ehachse, o seine Winkelgeschwindigkeit, ω die Winkelgeschwingkeit der Erde, φ die geographische Breite des Aufstelltes und α der Winkel zwischen Kreiselachse und Meridian.

Unter der Einwirkung dieser Richtkraft einerseits und der dschwere anderseits führt die Kreiselachse keine ebene zimutschwingung, sondern eine elliptische Schwingung aus, daß das Ende der Kreiselachse eine sehr flache Ellipse schreibt. Bezeichnen wir noch den Winkel der Kreiselachse gen die Horizontalebene mit β, so ergeben sich, kleine Auslagwinkel α vorausgesetzt, die Beziehungen:

$$\alpha = \alpha_0 \sin\frac{2\pi}{T} t,$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\Theta\, o\, \omega \cos\varphi}{m g a}}\, \alpha_0 \cos\frac{2\pi}{T} t + \frac{\Theta\, o}{m g a}\, \omega \sin\varphi, \quad \ldots \quad (2).$$

orin für die Schwingungsdauer T gesetzt ist:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega \cos\varphi}} \sqrt{\frac{\frac{\Theta^2 o^2}{m g a} + C}{\Theta\, o}} \quad \ldots \quad (3)$$

er ist C das Trägheitsmoment des um die senkrechte Achse wingenden Systemes, m die Masse des um die wagerechte hse schwingenden Systemes, a die Entfernung des Aufngepunktes vom Schwerpunkt und g die Erdbeschleunigung.

Bei dem Modell, Abb. 4, ist C das Trägheitsmoment der ieren Glasglocke mit dem eingeschlossenen Apparat, m ihre isse und a die Entfernung ihres Schwerpunktes vom Mittelnkt der verdrängten Wassermasse.

Aus Gl. 3 folgt, daß die Schwingungsdauer am kleinsten d, wenn $\frac{\Theta^2 o^2}{m g a} = C$. Diese Bedingung ist bei allen von Werner von Siemens hergestellten Kreiselkompassen schon bei sehr kleinem Kreiseldrall erfüllt gewesen, und daraus erklärt sich, daß diese Apparate eine ungenügende Richtkraft hatten.

Um eine große Richtkraft zu erzielen, hat man später den Drall des Kreisels möglichst groß genommen und konnte dadurch C gegenüber dem ersten Summanden unter der Wurzel der Gleichung 3 vernachlässigen. Es ergab sich dann für die Schwingungsdauer die abgekürzte Formel:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega \cos\varphi}} \sqrt{\frac{\Theta\, o}{m g a}} \quad \ldots \quad (4).$$

Wenn dagegen die Kreiselachse gezwungen ist, dauernd genau wagerecht zu bleiben, so ist in Gl. 3 $a = \infty$ und

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega \cos\varphi}} \sqrt{\frac{C}{\Theta\, o}} \quad \ldots \quad (5).$$

Somit nimmt nur in dem letzteren Falle bei Zunahme von Kreiseldrall und Richtkraft die Schwingungsdauer ab wie bei gewöhnlichen schwingenden Systemen.

Nun ist es zwar bei festem Standort möglich, die Kreiselachse dauernd horizontal zu halten, z. B. durch Lagerung des Kreisels in einem senkrechten Ring, nicht aber auf einem Schiff. Hier kann man eine horizontale Lage nur durch pendelnde Aufhängung erzielen, wie schon Trouvé versucht hat. Die horizontale Lage der Kreiselachse ist hierbei aber nur teilweise gewährleistet; denn alle horizontalen Beschleunigungen des Schiffes, wie beim Anfahren, Wenden, Stoppen, Schlingern und Stampfen, setzen sich mit der Erdbeschleunigung zu einer Beschleunigung von veränderlicher Richtung zusammen. Die so bewirkte Richtungsänderung lagert sich über die Richtungsänderung, welche die Erdbeschleunigung infolge der Erddrehung im Raum gleichmäßig erleidet und die die Einstellung der Kreiselachse in den Meridian veranlaßt. Die horizontalen Beschleunigungen stören daher die Kompaßeinstellung. Es gelang mir, nachzuweisen, daß trotz dieser Störung ein brauchbarer Kreiselkompaß möglich ist, wenn die Schwingungsdauer T sehr groß gewählt wird, nämlich von der Größenordnung von etwa einer Stunde. Spätere Rechnungen von Schuler[5]) ergaben für unsere Breite 1½ Stunden als günstigste Schwingungsdauer. Eine so große Schwingungsdauer erreicht man durch große Winkelgeschwindigkeit o, aber verhältnismäßig kleine metazentrische Höhe a (5 bis 15 mm), sie war aber zunächst etwas vollständig Neues, so daß auch Marinesachverständige anfangs glaubten, Kompasse von so großer Schwingungsdauer ablehnen zu sollen. Anderseits war es nach der gefundenen Theorie bewiesen, daß die Kompasse nach van den Bos, Dubois, Thomson u. a. mit wesentlich kleinerer Schwingungsdauer bei Bordversuchen versagen mußten und eine Ablehnung der großen Schwingungsdauer einer Ablehnung des Kreiselkompasses selbst gleichkam.

Bei dieser Sachlage war es um so mehr anzuerkennen, daß Dr. Anschütz-Kämpfe und die durch ihn gegründete Firma Anschütz & Co. sich nicht abschrecken ließen, ihren Azimutapparat zu einem langsam schwingenden Kreiselkompaß umzukonstruieren.

Drei konstruktive Aufgaben

Wenn somit im Jahr 1906 die theoretischen Bedingungen des Baues eines Kreiselkompasses für Bordzwecke gegeben waren, so blieb doch noch eine Reihe schwieriger konstruktiver Aufgaben zu lösen. Besonders drei Aufgaben sind es, die je nach der Art ihrer Lösung den Bau des Kreiselkompasses verschieden gestalten.

1. Die Lagerung des nordweisenden Systemes.

Wenngleich die Richtkraft eines Kreiselkompasses ohne Schwierigkeit wesentlich größer als die eines Magnetkompasses gemacht werden kann, so ist doch das Verhältnis der Richtkraft zum Gewicht des anzeigenden Systems sehr ungünstig, da der Kreisel mit Antriebmotor, Kappe usw. recht schwer wird. Deswegen kann man das nordweisende System nicht, wie bei einem Trockenkompaß, auf einer Pinne lagern oder ohne weiteres zwischen Zapfen drehbar anordnen, denn die Lagerreibung würde die Richtkraft überwiegen.

Die meisten Konstrukteure lassen daher das System nach den Vorschlägen von Lord Kelvin in einer Flüssigkeit schwimmen, andere hängen es an einem Bündel Torsionsdrähte auf und wieder andere verwenden vibrierende Öldrucklager.

2. Die Dämpfung.

Die Kreiselachse kommt natürlich nur dann in der Nord-Süd-Richtung schnell zur Ruhe, wenn ihre Schwingungen gedämpft sind. Bei der großen Schwingungsdauer, die ein

[1]) D. R. P. Nr. 182855.
[2]) Hans Usener, Der Kreisel als Richtungsweiser. München 1917.
[3]) O. Martienssen, Phys. Zeitschr. 1906 S. 535.
[4]) Diese Formel für die Richtkraft wurde zum ersten Male von Föppl, ıchener Berichte 34, S. 5; 1904 abgeleitet.
[5]) Schuler, Der Kreiselkompaß von Anschütz und Co., Kiel 1910, Selbstverlag.

Abb. 5. System des Einkreiselkompasses von Anschütz & Co.

Abb. 6. Einkreiselkompaß von Anschütz & Co.

Abb. 7 u. 8. Dämpfungseinrichtung.

Abb. 9. Kompaßfernübertragung.

Abb. 10. Schema des Dreikreiselkompasses. ○ Gelenke ╳ Drehpunkte ▭ Befestigungen.

Abb. 11. Aufriß eines Dreikreise[l]kompasses.

Kreiselkompaß an Bord haben muß, versagen aber alle normalen Dämpfungseinrichtungen, wie Flüssigkeits- oder Wirbelstromdämpfung. Denn die Größe der dämpfenden Kraft nimmt mit abnehmender Geschwindigkeit, also zunehmender Schwingungsdauer, ab. Anderseits werden die Schiffe verhältnismäßig schnell gewendet, wobei die erwähnten Dämpfungseinrichtungen das System mitreißen, also einen sehr hohen Schleppfehler veranlassen würden; infolgedessen würde dann der langsam schwingende Kompaß stundenlang falsch zeigen. Man hat daher mehr oder minder verwickelte Dämpfungseinrichtungen erdacht, auf die bei der Beschreibung der einzelnen Kompasse eingegangen werden soll.

3. Der Schlingerfehler.

Steht der Kreiselkompaß nicht genau in der Schlingerachse des Schiffes, so gerät das frei aufgehängte nordweisende System beim Schlingern des Schiffes in Schwingungen, ebenso wie die Rose eines Magnetkompasses. Nun hatte bereits Sir William Thomson nachgewiesen, daß durch diese Schwingungen das System um die senkrechte Achse gedreht wird, wenn es verschiedene Trägheitsmomente für seine drei Hauptachsen hat. Diese Drehung veranlaßt den sogenannten Schlingerfehler. Beim Magnetkompaß vermeidet man ihn allgemein dadurch, daß man das anzeigende System symmetrisch ausbildet. Beim Kreiselkompaß, wo die Unsymmetrie durch den umlaufenden Kreisel gegeben ist, schlägt Anschütz denselben Weg ein, während andre die Schwingungen des Systems zu verhindern suchen.

Ausführungen von Kreiselkompassen für Schiffe

Die Art, wie man die drei genannten Aufgaben gelöst hat, ist aus der nachfolgenden kurzen Beschreibung der wichtigsten bekannt gewordenen Kreiselkompaßbauarten zu entnehmen.

Der erste Kreiselkompaß, der in der deutschen Marine verwendet wurde, ist der Einkreiselkompaß[1] der Firma Anschütz & Co., Abb. 5 und 6. Der durch einen Drehstrommotor angetriebene Kreisel R, der in seinem Gehäuse a 330 Uml./s macht, hängt an dem ringförmigen Schwimmer S, der in einem mit Quecksilber gefüllten Kessel schwimmt. An der Rose r, deren Nord-Süd-Strich der Kreiselachse parallel steht, wird mit Hilfe des Steuerstriches St die Richtung der Kreiselachse abgelesen. Der Strom wird dem Kreisel durch einen zentralen Quecksilbernapf und eine dieses umgebende Quecksilberrinne zugeführt, während ein Mittelstift e das anzeigende System im K[…] zentriert.

Bei der Dämpfungseinrichtung einer späteren Ausführu[ng] Abb. 7 und 8, saugt der schnell umlaufende Kreisel [...] eine Öffnung des Gehäuses a in der Nähe der A[...] Luft an und schleudert sie durch eine Düse b am [...]fang in starkem Strahl fort. Die Reaktion der ausströ[men]den Luft verursacht nur eine kleine Verdrehung des Gehä[uses] um die Kreiselachse, solange diese wagerecht hängt. Füh[rt sie] aber bei Schwingungen um die Nord-Süd-Richtung g[leich]zeitig Elevationen aus, so kommt die Düse in die Stellu[ng] d. h. aus der Mittellinie heraus, und die Reaktion des [Luft]strahles erzeugt ein Drehmoment am ganzen schwimm[en]d[en] System um die senkrechte Achse. Da dieses Drehmomen[t] d[en] Schwingungen stets entgegenwirkt, dämpft es sie.

Schon früh ist die Firma Anschütz & Co. dazu überg[egan]gen, ihre Kreiselkompasse als „Mutterkompasse" auszub[ilden,] deren Angaben durch elektrische Übertragung auf To[chter]kompasse übertragen werden, Abb. 9. An der Rose d[es] Tochterkompasses, die sich mit der des Mutterkompasses s[yn]chron bewegt, kann man die Richtung des Schiffsk[urses] ebenso ablesen wie an dem Mutterkompaß selbst. Die [Ein]richtung hat den Vorzug, daß der Kreiselkompaß an [einem] besonders günstigen Ort im Schiffe (in der Nähe der S[chlin]gerachse) aufgestellt werden kann, während seine An[gaben] durch Anschluß einer größeren Anzahl von „Töchtern" a[n ver]schiedenen Stellen gleichzeitig erscheinen.

Schlechte Erfahrungen, die man in den Jahren 190[…] 1910 bei Seegang mit diesem „Einkreiselkompaß" g[emacht] hatte, führten zur Konstruktion des Dreikreiselkompass[es[2]], [bei] dem der Schlingerfehler auf einen sehr geringen Betrag [herab]gedrückt ist[3]). Er hat drei Kreisel im schwimmenden S[ystem,] Abb. 10. Der Kreisel I ist der eigentliche nordwe[isende] Kreisel; außerdem sind noch zwei Kreisel II und III mit [wage]rechter Achse vorhanden, deren Achsen um etwa 30° [östlich] und westlich von der Nordrichtung abweichen, so daß s[ie zu]sammen eine nördliche Kraft erzeugen. Beide Kreise[l sind] um kleine Winkel um senkrechte Achsen drehbar; in[…]

[1]) O. Martienssen, Der Kreiselkompaß und seine praktische Verwendung in der Schiffahrt, ETZ 1911 Heft 34 u. 35.
Prof. Maurer, Der Kreiselkompaß, Sonderabdruck aus „Lehrbuch für den Unterricht in der Navigation an der Kaiserlichen Marineschule", Berlin 1918.
O. Martienssen, Die Theorie des Kreiselkompasses, Zeitschrift für Instrumentenkunde 1912 S. 309 ff.

[2]) D. R. P. 236200 und 236215.
[3]) D. R. P. 241637.

orgt ein storchschnabelähnliches Gestänge dafür, daß sie stets enau gleiche Winkel mit dem nordweisenden Kreisel einchließen, und eine Feder zieht sie stets in ihre Mittellage urück. Bei dieser Anordnung erhöhen die beiden Hilfskreisel as scheinbare Trägheitsmoment um die Nord-Süd-Linie und amit die Eigenschwingungsdauer um diese Achse. Der kugege Schwimmer *a* des anzeigenden Systems, Abb. 11, liegt ier in der Mitte und schwimmt in dem Quecksilberkessel *b*, er den Drehungen der Rose mit Hilfe des Wendemotors *c* nd der Kontakteinrichtung *d* nachgedreht wird. Derselbe Vendemotor vermittelt die elektrische Übertragung zu den ochterkompassen.

Um die Schwingungen zu dämpfen, wird bei dem Dreireiselkompaß eine Art von Schlingertanks benutzt, die im roßen nach dem Vorschlage Frahms zur Dämpfung der chlingerbewegung von Schiffen dienen: Bei der Elevation des eweglichen Systems fließt Oel durch ein enges Rohr von der öheren Seite zur tieferen Seite hin ab, und die Schwingungsnergie wird durch die Reibung der Flüssigkeit im engen Rohr erzehrt.[1])

[1]) D. R. P. 241096.
O. Martienssen, Massendämpfung Zeitschr. f. Instrumentenkunde 39, 265; 1919.

Um die Drehzahl des Kreisels auf 30 000 Uml./min und damit die Richtkraft des Kompasses ohne unzulässige Erwärmung der Kreisel erhöhen zu können, füllt die Firma Anschütz & Co. neuerdings das Kompaßgehäuse mit Wasserstoff. Ihr Kreiselkompaß ist im Weltkriege auf deutscher Seite viel verwendet worden und hat sich im allgemeinen bewährt. Nur bei sehr starkem Seegang, besonders auf U-Booten, kamen Versager vor, indem das kardanische Gehänge so stark ins Schaukeln geriet, daß der Quecksilberkessel gegen den Hals des Schwimmers schlug und dadurch den Kompaß zerriß. Der Versuch, dies durch einen vierten, am Gehänge angebrachten Kreisel zu vermeiden[2]), scheint nicht den gewünschten Erfolg gehabt zu haben.

Erwähnt sei schließlich noch eine Anordnung der gleichen Firma, bei der der Tochterkompaß als Relais ausgebildet ist und zur Steuerung der Rudermaschine dient, Abb. 12. Dadurch kann man eine selbsttätige Schiffssteuerung auf geradem Kurs erzielen.[3])

Von den Anschütz-Konstruktionen weichen die der Sperry Gyroskop Co., New York, wesentlich ab, die nach den Ideen von Elmer A. Sperry ausgeführt sind, Abb. 13 bis 15. Das anzeigende System hängt an einem Bündel feiner Torsionsdrähte. Der Torsionskopf wird durch Vermittlung eines Wendemotors den Bewegungen der Kreiselachse nachgedreht. Der Kreisel macht nur etwa 8500 Uml./s und läuft im luftverdünnten Raum. Da er aber erheblich größer ist als bei Anschütz, ist seine Richtkraft etwa zehnmal so groß. Der Kreisel mit Kappe selbst ist in einem senkrechten Ring gelagert, worin er um eine wagerechte Achse Elevationen ausführen kann.

Die Dämpfung der Schwingungen wird dadurch erzielt, daß das Untergewicht *a* des

[2]) D. R. P. 305625.
[3]) D. R. P. 352500.

Abb. 14. Sperry-Kompaßsystem im Schnitt.

▶. 12. Tochterkompaß von Anschütz & Co.

Abb. 16. Zweikreiselkompaß von Harry L. Tanner.

Abb. 13.
ry-Kompaß bei geöffnetem Gehäuse.

Abb. 15. Bewegliches System des Sperry-Kompasses.

Abb. 17.
Brownscher Kreiselkompaß.

Abb. 18.
Einrichtung zur Vermeidung des Schlingerfehlers nach S. G. Brown

Abb. 19.
Einrichtung zur Dämpfung der Schwingungen nach S. G. Brown.

Abb. 23.
Messbuchse des Bohrloch-Neigungsmessers.

Abb. 20.
Kreiselkompaß der Gesellschaft für nautische Instrumente G. m. b. H.

Abb. 21.
Bildung der Frostmauer.

Abb. 22. Bohrloch-Neigungsmesser der Gesellschaft f. nautische Instrumente G. m. b. H.

Abb. 25.
Bohrloch-Neigungsmesser von Anschütz u. Co.

Abb. 24.
Innenteile des Bohrloch-Neigungsmessers der Ges. f. naut. Instr. G. m. b. H.

Kreisels nicht fest mit dem Kreisel, sondern gelenkig mit dem äußeren durch den Wendemotor nachgedrehten Ring *b* und durch einen exzentrisch sitzenden Stift *c* mit dem Kreiselgehäuse verbunden ist. Bei Elevationen des Kreisels hebt dieser Stift das Gewicht *a* und erzeugt gleichzeitig ein Drehmoment um die senkrechte Achse, das den der Elevation entsprechenden Azimut-

schwingungen entgegenw[irkt]. Bei einer neueren Ausführu[ng] wird die Verbindung von K[rei]sel und Untergewicht durch [ein] kleines Pendel hergestellt, [das] am nachgedrehten Ring [be]festigt ist und in der Ebene [der] Ringe schwingen kann. [Ein] im Pendel eingebauter kle[iner] Hilfskreisel stabilisiert di[e] Pendel gegen schnell [ver]änderliche Horizontalbesch[leu]nigungen und vermindert [so] durch gleichzeitig stark[e] Schlingerfehler. Dieser Kom[paß] ist noch mit verschiede[nen] Korrektionseinrichtungen [aus]gerüstet und wird ebenfalls [als] Mutterkompaß in Verbind[ung] mit einer größeren Zahl [von] Tochterkompassen geliefert. [Er] ist bei den Seestreitkräften [der] Entente weitgehend verwen[det] worden und auch bei der a[me]rikanischen Handelsmarine [ein]geführt. Er soll jedoch [bei] hohem Seegang nicht frei [von] Schlingerfehlern sein.

Neuerdings hat die Spe[rry] Gyroskope Co. zwei n[eue] Kreiselkompaß-Konstruktion[en] herausgebracht[2]): Der [von] Harry L. Tanner 1917 k[on]struierte Kompaß, Abb. 16, [hat] zwei Kreisel mit entgegen[ge]setzter Drehrichtung. Der We[st]kreisel ist der eigentli[che] Meridiankreisel, während [der] Ostkreisel bei einer eig[en]artigen Lagerung mit d[em] Westkreisel gekuppelt ist. [Er] dient zur Beseitigung [des] Schlingenfehlers. Dieser Kr[ei]selkompaß ist für Torpe[do]boote gebaut; wie weit er [den] Erwartungen entsprochen [hat,] ist noch nicht bekannt gew[or]den. Bei einem zweiten Mo[dell] verwendet Sperry das von [den] Engländern Perry und Bro[wn] erdachte und unten näher [be]schriebene Verfahren zur V[er]meidung des Schlingerfehl[ers] an Stelle des oben beschrieb[e]nen Pendels mit Hilfskreisel.

In der englischen Hande[ls]marine hat der Kreiselkomp[aß] von S. G. Brown Ltd., Lond[on,] Eingang gefunden, Abb. [...] Das anzeigende System [hat] Zapfenlagerung. Um die R[ei]bung auf einen unschädl[ichen] kleinen Betrag herabzudrück[en,] hat man das untere Lager [als] Öldrucklager ausgebildet, [auf] dem das System leicht a[uf]ruht; durch eine elektris[ch] betriebene Ölpumpe wird da[bei] in kurzen Stößen Öl unter d[as] Lager gepreßt.

Der Kreisel ist ohne Unte[r]gewicht um eine wagerech[te] Elevationsachse in dem sen[k]rechten Ring, Abb. 18, gelag[ert] und kann daher frei schwing[en.] Er trägt indessen zwei ha[...]

[1]) D. R. P. 529999.
[2]) George B. Crouse, Principl[es] of the Gyro-Compass, Amer. Soc. [of] Mech. Engineers, New York 7. Dez. 19[..]

Öl gefüllte, durch ein weites Rohr kommunizierende Ge-
;e. An dem Ring a befindet sich eine Düse b, durch die der
eisel bei der Drehung einen starken Luftstrahl schickt. Wenn
s Nordende des Kreisels, wie gezeichnet, eleviert, so
ickt der Luftstrahl durch ein Verbindungsrohr auf das Öl im
dgefäß und treibt dieses zum Nordgefäß hinüber. Hierdurch
d das Nordende beschwert und der Elevation entgegen-
wirkt. Da bei dieser Einrichtung die Bewegung des Öles
ischen den beiden Gefäßen 90° Phasenverschiebung gegen-
er den Elevationsschwingungen des Kreisels hat, wird nach
G. Brown[1]) der Schlingerfehler vermieden.

Eine ganz ähnliche Einrichtung mit kleineren Ölgefäßen
auf der andern Kreiselseite angeordnet, nur mit dem Unter-
ied, daß die Rohrleitungen für die Blasluft nicht gekreuzt
d, Abb. 19, so daß bei Elevationen des Nordendes der
tstrahl Öl vom Nordende zum Südende treibt. Das kom-
nizierende Rohr der beiden Ölgefäße hat indessen eine
tels Nadel einstellbare Einschnürung, so daß das Öl
m Übertritt von einem Gefäß zum andern einen merklichen
derstand findet und dadurch einen Teil seiner kinetischen
ergie in Wärme umsetzt. Daher dämpft diese Anordnung
: Kompaßschwingungen ähnlich wie bei dem Kompaß von
schüß.

Einen von der Gesellschaft für nautische Instrumente
m. b. H. nach meinen Angaben durchkonstruierten Kreisel-
mpaß zeigt Abb. 20. Das anzeigende System ist schwim-
nd gelagert. Der den Schwimmer aufnehmende Quecksilber-
ssel a ist in der Grundplatte b drehbar, die durch einen
eisel c stabilisiert wird und demnach bei allen Schlinger-
l Stampfbewegungen des Schiffes fast genau horizontal
bleibt. Das anzeigende System ist einerseits mit Hilfe des
ges d und des Stiftes e, anderseits mittels des Zentrier-
ftes f und der Führungsbacken g, g, so gelagert, daß es
seinen Elevationsbewegungen durch die stabilisierte
atte b nicht behindert wird, aber keine Schwin-
gen um eine zur Kreiselachse parallele Achse ausführen
nn[2]). Dadurch wird der Schlingerfehler vermieden. Die
mpfung der Schwingungen bewirkt bei diesem Kompaß der
ndemotor, der den Quecksilberkessel mit Hilfe des Kontakt-
bers h den Drehungen der Kreiselachse nachdreht[3]). Der
ndemotor kommt dadurch zur Wirkung, daß der Schwer-
nkt des beweglichen System ein wenig exzentrisch gelagert
d, so daß der Stift e leicht gegen diejenige Führungsbacke
gedrückt wird, welche infolge ihrer Befestigung an dem nach-
drehten Quecksilberkessel immer auf der Westseite liegt.
ser Kompaß kann ebenso wie der Kompaß von Brown mit
chterkompassen ausgerüstet werden.

Der Kreiselkompaß im Schachtbau

Alle die hier beschriebenen, teilweise recht verwickelten
richtungen sind nur für einen Kompaß nötig, der auf einem
iff aufgestellt wird. Handelt es sich im Gegensatz hierzu
einen Kompaß für einen festen Standort, so ist die große
wingungsdauer des Kreiselkompasses nicht notwendig.
n gibt dem Kreiselkompaß eine möglichst kurze Schwin-
gsdauer, die in der Instrumententechnik üblichen Dämp-
gsverfahren bleiben anwendbar, und der Kreiselkompaß
d verhältnismäßig einfach.

Ein solcher Kompaß hat beim Schachtbau als Bohrloch-
gungsmesser Anwendung gefunden. Dieses Gerät dient
zu, festzustellen, wie stark und nach welcher Himmels-
itung hin Bohrlöcher großer Teufe von der Senkrechten
weichen, damit man ihren Standort in jeder Teufe bestimmen
kann, was beim Schachtbau nach dem Gefrierverfahren Voraus-
setzung ist. Beim Gefrierverfahren stellt man um den zu
bildenden Schacht herum durch Gefrieren des Erdreiches eine
dicke Frostmauer her, die den Druck des anstehenden Ge-
birges aufnimmt und beim Abteufen das Eindringen von Wasser
und Schlamm in den Schacht verhindert. Sobald der Schacht
abgeteuft ist, also eine Mauer von Eisen oder Eisenbeton hat,
wird das Erdreich wieder aufgetaut.

Zur Herstellung der Frostmauer wird zunächst ein Kranz
von Bohrlöchern geschlagen. In jedes Bohrloch steckt man ein
doppelwandiges Gefrierrohr, durch das eine auf etwa —25°
abgekühlte Salzlösung dauernd umläuft. Dadurch bildet sich
allmählich um jedes Bohrloch herum eine Frostsäule von rd.
2 m Dmr., und alle Frostsäulen schließen sich zu einer Frost-
mauer zusammen, Abb. 21. Dieser Zusammenschluß findet aber
nur dann statt, wenn die Bohrlöcher nirgends einen größeren
Abstand von den Nachbarlöchern bekommen, und dies wird mit
dem Bohrloch-Neigungsmesser überwacht.

Der nach den Angaben von Haussmann[4]), Neuroth[5]) und mir hergestellte Bohrloch-Neigungsmesser der
Gesellschaft für Nautische Instrumente G. m. b. H.[6]), Abb. 22,
wird an einem Kabel in das Bohrloch hinabgelassen; hierbei
wird alle zwei Meter eine Messung vorgenommen. Zwei Rund-
bürsten führen den Apparat zentrisch im Bohrloch, so daß er
gegen die Senkrechte stets ebenso wie das Bohrloch geneigt
ist. Abb. 24 zeigt die innere Einrichtung des Bohrloch-Neigungs-
messers. In dem Apparat befindet sich eine Meßbuchse mit
zwei Pendeln, welche um die Apparatachse drehbar gelagert
ist, Abb. 23. Die Pendel können in zwei zueinander senkrechten
Ebenen schwingen, und ein kleiner Kreiselkompaß im Apparat
stellt mit Hilfe von Kontaktgeber und Wendemotor die Meß-
buchse stets so ein, daß die Schwingungsebene des einen
Pendels in der Ost-West-Richtung, die des andern Pendels in
der Nord-Süd-Richtung liegt, ganz gleichgültig, wie sich der
Apparat beim Herablassen um seine Achse dreht.

Ist das Bohrloch geneigt, so stehen die Pendelspitzen nicht
in der Mittellinie des Apparates, Abb. 23. Die Abweichungen
der Pendelspitzen von der Mittellinie werden für beide Pendel
getrennt auf fortlaufende Papierstreifen durch einen Elektro-
magneten aufgezeichnet, der von oben her betätigt wird. Die
Addition aller registrierten Werte auf jedem Registrierstreifen
gibt nach einfacher Umrechnung die Gesamtabweichung des
Bohrloches in der Nord-Süd-Richtung und der Ost-West-
Richtung.

Der kleine Kreiselkompaß sitzt zu unterst im Apparat, wie
aus Abb. 24 zu erkennen. Sein Kreisel hat bei dem Kompaß
für die engsten Gefrierrohre nur 6 cm Dmr. und eine Schwin-
gungsdauer von einigen Minuten, stellt sich aber vollkommen
genau in die Nordrichtung ein.

In den letzten 8 Jahren sind die Bohrlöcher einer großen
Zahl von Schachtbauten mit dem beschriebenen Apparat ab-
gelotet worden, und der Apparat hat dem Schachtbau un-
schätzbare Dienste erwiesen. Übrigens hat die Firma Anschütz
& Co., angeregt durch Herrn Neuroth, schon zwei Jahre vor
der Gesellschaft für Nautische Instrumente einen Bohrloch-
Neigungsmesser gebaut, Abb. 25[7]), der ebenfalls einen Kreisel-
kompaß enthält. Bei dieser Konstruktion wird die Bohrloch-
neigung nicht im Apparat aufgezeichnet, sondern nach einem
Empfänger über Tage übertragen. Hier stellt sich eine kleine
Stahlkugel auf einer Windrose so ein, daß ihre Entfernung
vom Mittelpunkt die Bohrlochneigung nach Größe und Richtung
bestimmt. [1329]

[1]) S. G. Brown, Vortrag in der Royal Institution of Great Britain, 30. Jan. 1920.
[2]) D. R. P. 307847 u. 335493. [3]) D. R. P. 332257.

[4]) D. R. P. 196237. [5]) D. R. P. 286830.
[6]) O. Martienssen, Der Kreiselkompaß im Schachtbau, ETZ 1920, Heft 24.
[7]) Haußmann, Der Kreiselkompaß im Dienste des Bergbaues, Mitteilungen aus dem Markscheidewesen 1914.

Photometer sehr hoher Empfindlichkeit.

Für die Messung von sehr schwachen Lichtquellen haben
Gehlhoff und H. Schering im Laboratorium von
).Goerz ein Photometer ausgebildet, das den Photometer-
irm vermeidet, weil dieser leicht fremdes Licht auffängt und
erdem den auffallenden Lichtstrom nach allen Seiten zer-
ut, so daß nur ein geringer Teil, etwa $^1/_{10\,000}$, zum Auge des
bachters gelangt. Das Gehlhoff-Scheringsche Photometer
lient sich deshalb der schon von Brodhun, Martens u. a. be-
ten Beobachtungsweise, wobei man das Auge an den Ort
zusammenfallenden Bilder zweier leuchtender Flächen
igt, und paßt die Vergleichsfelder im Strahlengang einander
so daß sie gleichmäßig hell erscheinen.

Bei dem neuen Photometer, das für Sternphotometrie, zur
ssung von radioaktiven Leuchtkörpern und dergl. benutzt
d, werden nur kleine punktartige Bilder erzeugt. Die zu
ssende Lichtquelle und die Vergleichslichtquelle beleuchten,
unter 90° zu einander stehend, durch je eine Linse einen
Lummer-Brodhunschen Würfel. Dieser besteht aus zwei
Prismen, von denen das eine mit einer kugelig geschliffenen
Hypotenusenfläche auf die ebene Hypotenusenfläche des
andern gepreßt ist. Das kugelig angeschliffene Prisma läßt
die Strahlen der zu messenden Lichtquelle ungebrochen
in das Auge des Beobachters fallen, während das andere die
Strahlen der Vergleichslichtquelle zur Beobachtungsachse hin
bricht. Die beiden Lichtquellen werden dann an der gleichen
Stelle im Auge des Beobachters abgebildet, und zwar mit
gleicher Helligkeit, wenn die kleine Vergleichslichtquelle durch
zwei Nicolsche Prismen entsprechend meßbar geschwächt ist.
Aus der bekannten Entfernung der Meßlichtquelle, aus der
Brennweite der zugehörigen Linse, dem Verdrehungswinkel der
beiden Nicol-Prismen und aus einer durch Eichung zu be-
stimmenden Konstanten die gesuchte Lichtstärke ermittelt wird.
(Zeitschrift für Instrumentenkunde, Oktober 1922). [M 353]

Die Druckwage, das Normalinstrument für hohe Drücke.

Von L. Holborn, Charlottenburg.

(Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Der Gebrauch der Druckwage als Normalinstrument für die Messung hoher Drücke wird beschrieben und an den Einrichtungen der Reichsanstalt näher erläutert.

Das Quecksilbermanometer bildet das Normalinstrument für die Druckmessung in einem großen Bereich. Vom Atmosphärendruck abwärts, wo das Instrument als Barometer wohl die ausgedehnteste Verwendung findet, lassen sich noch Drücke bis zu Bruchteilen eines Millimeters Quecksilbersäule genau messen. Aufwärts nach hohen Drücken gelangt man jedoch bald an die Grenze, wo das Quecksilbermanometer noch handlich bleibt. Denn seine Länge wächst dann über die Höhe des Laboratoriums, ja die der gewöhnlichen Gebäude hinaus. Der Ausweg, die Quecksilbersäule zu zerlegen in viele Teile, die man in gleicher Höhe nebeneinander anbringt und unter Zwischenschaltung von Wasser oder Luft im Zickzack miteinander verbindet, ist nur für nicht zu große Drücke gangbar, weil dabei die Zahl der Ablesungen zu sehr vermehrt wird. Tatsächlich findet man deshalb wohl mehrfach in Laboratorien solche gebrochene Manometer, die bis 20 at reichen, aber nur eines bis 60 at, nämlich in Leiden. Für die Eichung von Manometern zur Messung von höheren Drücken, wie sie in der Technik immer mehr Anwendung finden, ist also damit wenig gewonnen. Für diesen Zweck hat die Druckwage Eingang gefunden. Wie weit man mit diesem Hilfsmittel gekommen ist, soll an dem Beispiel der in der Reichsanstalt gebräuchlichen Einrichtung gezeigt werden.

Abb. 1. Druckwage der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für Drücke bis 250 at.

Der wesentliche Teil einer solchen Wage ist in Abb. 1 dargestellt. In der Bohrung des Zylinders *a* bewegt sich der Stempel *b*. Auf ihn wirkt von unten mittels Rizinusöles, das sich im Rohr *c* und dem Verbindungsrohr *d* befindet, der zu messende Druck, von oben die an dem Gehänge *e* angebrachten Gewichte, die so abzugleichen sind, daß der Stempel zum Stillstand kommt. Seine Bewegung, durch einen ungleicharmigen Hebel vergrößert, wird an dem vor der Teilung *u* spielenden Zeiger *f* beobachtet.

Die Drehung des Stempels, ohne die eine brauchbare Empfindlichkeit nicht zu erzielen ist, wird durch einen kleinen Elektromotor bewirkt, da sich die Bewegung von Hand, wie sie vielfach geschieht, nicht bewährt hat, und zwar wird der Stempel langsam und gleichmäßig um einen Winkel von etwa 40° hin- und herbewegt. Auf diese Weise werden alle Druckstöße vermieden, welche die Abgleichung der Wage beeinflussen können. In Abb. 1 muß man sich den Stempel mit Zeiger, Teilung und den Fortsätzen des Mitnehmers für den Angriff der Schüttelvorrichtung um 90° gedreht denken. In die Stange des Gehänges ist bei *g* ein Kugelgelenk eingefügt, so daß die am Haken *h* hängenden Gewichte an der Bewegung des Stempels nicht teilnehmen.

Die Versuche, die Nut zwischen Stempel und Zylinder zu dichten, sei es, daß man die Stulpe mit dem ersteren oder mit dem letzteren fest verbindet, haben zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt. Der freie Stempel, dessen Anwendung durch Amagats Arbeiten Eingang gefunden hat, verdient unbedingt den Vorzug wegen der größeren Empfindlichkeit und der ständigen Betriebsbereitschaft. Das Rizinusöl, das sehr langsam am dem freien Stempel vorbeifließt, wird nach Bedarf durch die kleine Handpumpe *i* nachgefüllt.

Den Querschnitt des Stempels, der außer dem damit verbundenen Gewichte zur Berechnung des Drucks bekannt sein muß, auszumessen, führt selten wegen der Unregelmäßigkeiten der Gestalt, die auch bei einer sorgfältigen Herstellung nicht zu vermeiden sind, zu der wünschenswerten Genauigkeit. Deshalb wird vorgezogen, den Querschnitt durch einen Vergleich der Druckwage mit dem Quecksilbermanometer zu bestimmen.

In der Reichsanstalt dient hierzu das große Quecksilbermanometer, das in einer Länge von 12 m durch drei Stockwerke des Observatoriums reicht. Bei der Messung nicht zu kleiner Drücke bleibt der Fehler dieses Instrumentes unter 0,1 vT, da die Länge der Flüssigkeitssäule auf wenige Zehntel Millimeter genau an Glasteilungen abgelesen und die Temperatur, die leicht eine starke Fehlerquelle für große Manometer bildet, aus dem elektrischen Widerstand eines mit dem Manometerrohr verbundenen Nickeldrahtes bestimmt werden kann. Druckwage und Quecksilbermanometer werden bei Drücken von etwa 16 at mit einander verglichen. Die Werte, die sich dabei seit 10 Jahren für den Querschnitt des Stempels ergeben haben, unterscheiden sich nicht mehr als um 0,1 bis 0,2 vT. Der Stempel steht bei allen Messungen immer genau in derselben Höhe des Zylinders, was sich mit Hilfe der Teilung *u* leicht erreichen läßt. Andernfalls würden sich die kleinen Unregelmäßigkeiten in der Weite der Zylinderbohrung bemerklich machen.

Die Frage, ob der Wert für den Stempelquerschnitt, der auf diese Weise bei einem Drucke von 16 at gemessen wird, auch für höhere Drücke gilt, wurde nach folgendem Verfahren beantwortet, das eine zweite ähnliche Druckwage und ein Differential-Quecksilbermanometer voraussetzt:

Nachdem zunächst beide Druckwagen an das normale Quecksilbermanometer angeschlossen worden sind, wird ein Druck von 32 at gleichzeitig mit Wage I einerseits und der Reihenschaltung von Wage II und Differentialmanometer anderseits gemessen. Daraus ergibt sich der Querschnitt des Stempels für 32 at, und nachdem dieser dann durch eine Vergleichung beider Wagen bei 32 at auch für Wage II bestimmt worden ist, geht man zu einem Druck von 48 at über usw.

Die Unterschiede, die bis zu einem Drucke von 100 at für den Stempelquerschnitt bei der Wage beobachtet wurden, überschritten nicht 0,1 vT des Wertes. Dieses Ergebnis überrascht nicht. Denn berechnet man die elastischen Verdrückungen, welche Zylinderbohrung und Stempelquerschnitt bei wachsendem Druck erleiden können, so bleiben sie für die gebräuchlichen Abmessun-

Abb 2. Druckwage der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt für Drücke bis 1000 at.

n der Druckwage noch selbst bei 200 at unterhalb der Beachtungsgrenze.

Die Stempel der beiden erwähnten Druckwagen haben einen ...erschnitt von 1 cm² und sind bis 250 kg belastbar. Für die ...ssung von Drücken von mehreren hundert Atmosphären und ...über wird natürlich bei einem solchen Stempelquerschnitt die ...öße der Gewichte unbequem. Man hat sich dann in der Weise ...olfen, daß man einen Differentialkolben einführt, d. h. bei ...tlicher Zuführung des Druckes ragt der Stempel aus dem ...linder nach oben und unten heraus und ist etwa in seiner ...tte abgesetzt, so daß nur ein Teil seines Querschnittes zur ...rkung kommt. Hierbei wird natürlich die ausfließende Öl...nge, die aus dem großen Umfang der Nut oben und unten ...stritt, groß, ein Übelstand, dem man dadurch zu begegnen ...ht, daß man den Kolben strammer einpaßt.

Eine solche Maßnahme setzt jedoch die Empfindlichkeit ...ab, namentlich bei niedrigen Drücken, so daß ein Vergleich ... dem Quecksilbermanometer nicht möglich ist. Es ist des...b vorzuziehen und für Laboratoriumsinstrumente aus Rück...ht auf die Festigkeit noch in weiten Grenzen erlaubt, den ...fachen Stempel auch für höhere Drücke beizubehalten und ...nen Querschnitt zu verkleinern.

Abb. 2 zeigt eine solche Wage. Ihr Stempel aus gehärtetem ...hl hat einen Querschnitt von 0,2 cm² und kann bis 200 kg ...astet werden, so daß sich damit noch Drücke bis 1000 at messen ...sen. Die Bauart ist, von geringen Vereinfachungen abgesehen, ...selbe wie bei den oben erwähnten Instrumenten, ebenso die ...pfindlichkeit, so daß der Stempelquerschnitt mit dem Queck...ermanometer bestimmt werden konnte. Die Berichtigung, die ... den Angaben der Wage wegen der elastischen Deformation ...ubringen ist, beträgt bei 1000° etwa 0,5 vT und wird durch ...veiterung der Zylinderbohrung und Zusammenziehung des ...mpels bewirkt.

Die Berichtigung verläuft mit der Zunahme des Druckes verschieden bei den einzelnen Arten der Druckwage. Sie ist am kleinsten bei der Wage mit freiem Stempel. Denn hier muß als wirksamer Querschnitt das Mittel aus dem Querschnitt von Stempel und Bohrung angesehen werden; ihre Deformationen wirken gegeneinander und üben einen geringeren Einfluß aus als bei einem Instrument mit gedichtetem Stempel, z. B. bei der Stückrathschen Manometerwage, wo der Ausfluß des Öles durch eine mit dem Stempel fest verbundene Stulpe verhindert wird und die Berichtigung infolgedessen nur von der Erweiterung der Bohrung abhängt.

Die Vergleichung zweier verschiedenartiger Druckwagen bietet daher noch ein Mittel, bei hohen Drücken den Verlauf der Berichtigung zu prüfen. Es entspricht vollkommen der Rechnung; wenigstens fallen die beobachteten Abweichungen in die Fehlergrenze von einigen Zehntausendsteln.

Den Forderungen, welche die Technik an die Grundlagen für die Eichung der Gebrauchsmanometer gestellt hat, haben die beschriebenen Einrichtungen meistens genügt. Auch für wissenschaftliche Untersuchungen ist das Bedürfnis für höhere Drücke in der Reichsanstalt noch nicht aufgetreten, so daß man bei 1000 at bisher stehen geblieben ist. Die Anwendung der Druckwage hat jedoch dabei noch nicht ihre Grenze gefunden. So gelangte Amagat bis 3000, Bridgman bis 13 000 at, indem er eine Wage mit einem Stempelquerschnitt von 0,02 cm² und einer Empfindlichkeit von 0,1 vT bei 8000 at benutzte. Für höhere Drücke ist man dann allerdings nach Lisells Vorgang zu elektrischen Manometern übergegangen, die auf der Widerstandsänderung eines Manganindrahtes beruhen. Da diese nur gering ist — der Widerstand wächst um $2 \cdot 10^{-6}$ für die Druckzunahme von 1 at —, so verlangt das Verfahren eine sehr empfindliche Widerstandsmessung. Bridgman hat es über den Bereich der Druckwage hinaus bis zu 20 000 at benutzt. [1545]

Meßgerät zum Aufsuchen von Bodenschätzen.

Von Dir. Guido Wünsch, Berlin-Friedenau.

Die geologischen Schlüsse auf das Vorkommen von Bodenschätzen können durch Messen der durch sie hervorgerufenen Störung des Schwerkraftfeldes entscheidend unterstützt werden. — Die Eötvössche Drehwage ermittelt fast selbsttätig die Änderung der Schwerkraft. — Einrichtung und Wirkungsweise der von den Askaniawerken, Berlin-Friedenau, gebauten Drehwage.

Bodenschätze wie Erz, Salz, Öl usw. konnte man bisher im wesentlichen nur auf Grund der bekannten geologischen Untersuchungen und Schlüsse auffinden, zu deren Bestätigung jedoch oft eine große Anzahl von Bohrungen ange...t werden mußte. Die Sicherheit der geologischen Folgerungen ...Bezug auf das Vorhandensein von Bodenschätzen läßt sich aber ...ch Messung der Veränderungen der Schwerkraft beträchtlich ...öhen, da z. B. ein Erzlager von hoher Dichte, das in eine ...htere Bodenschicht eingebettet ist, eine gesetzmäßig verlaufende ...rung des Schwerefeldes erzeugen muß. Diese Schwerkraft...erungen sind indes außerordentlich klein, so daß man sie bisher ...t oder nur schwer feststellen konnte. Erst die von Prof. ...on Eötvös angegebene und von Prof. Schweydar, Pots...n, weiter entwickelte Drehwage hat derartige Messungen prak...h ermöglicht.

Grundsätzlich ist die Drehwage ein wagerechtes Pendel. ... einem 0,04 mm dicken Faden aus Platin-Iridium von rd. 50 cm ...ge hängt wagerecht ein etwa 40 cm langes Aluminiumrohr, das ... einem Ende ein Goldgewicht von rd. 29 g, am andern Ende ... einem rd. 60 cm langen Faden ein entsprechendes Blei...icht trägt. Dreht man das System aus der Ruhelage heraus, ...schwingt es infolge der Torsionskraft des Aufhängedrahtes, ...bei 1° Verdrehung ein Drehmoment von nur etwa $7 \cdot 10^{-6}$ cmg ...bt, zurück. Eine volle Schwingung dauert etwa 24 Minuten.

Die Höhenflächen des Schwerefeldes sind im Idealfall kon...trische Kugelflächen. Wegen der ungleichmäßigen Erdgestalt ... der Massenstörungen über und unter der Erdoberfläche sind ... Schwerkräfte auf die Länge des Wagearmes aber weder ...allel noch gleich, und die Niveauflächen weichen an jedem Ort ... der Kugelgestalt ab.

In Abb. 1 sei w der Wagearm, o sein Aufhängepunkt, s die ...auf senkrechte Richtung, m_1 und m_2 die beiden Belastungs...ichte. Angenommen, die Schwerkraft wachse in der Richtung ... s, so nähern sich die Höhenflächen der Schwere in dieser ...htung. Die durch das untere Gewicht m_2 gehende Höhen...he n_2 bildet dann mit der durch den Wasserarm gehenden n_1 ...n kleinen Winkel. Die in m_2 angreifende Kraft g_2 ... daher eine bestimmte Drehung des Wagebalkens hervorrufen. ...e gleiche Wirkung, die sich allerdings nicht so anschaulich ...stellen läßt, tritt ein, wenn sich die Krümmungsverhältnisse ... Höhenfläche ändern. Den mathematischen Ausdruck für die ...hung des Armes im nicht homogenen Schwerefeld hat Eötvös ...eleitet.

Benutzt man zwei nebeneinander hängende Pendel, so läßt ... Richtung und Größe der Zunahme der Schwerkraft beim ...tschreiten um 1 cm in wagerechter Richtung aus drei Messun... in verschiedenen Himmelsrichtungen ermitteln. Wie außerordentlich empfindlich ein solches Wagesystem arbeitet, zeigt folgendes Beispiel: In der Nord-Süd-Richtung ändert sich die Schwerkraft in unseren Breiten bei wagerechtem Fortschreiten um 1 cm um je 8 Billionstel. Stellt man die Wagebalken in Ost-West-Richtung ein, so schlagen sie um fast zwei Bogenminuten aus; das entspricht auf der Teilung oder der photographischen Platte einer Bewegung von rd. 1 mm.

Die grundsätzliche Anordnung der neueren Drehwagen zeigt Abb. 2. Der eine Wagebalken mit den Gewichten a und c befindet sich in einem dreifachen, luftdicht schließenden Gehäuse, das auf einem kräftigen Sockel s leicht drehbar ist. Die Wagebalken hängen an dem 56 cm langen Draht, der am oberen Ende mittels doppelter Schlitten und Mikrometerschrauben nach allen Seiten eingestellt werden kann. Die Stellung der Wagebalken wird auf optischem Wege bestimmt, indem ein feiner Lichtstrahl mittels des Spiegels d einen Lichtpunkt auf der photographischen Platte r erzeugt. Die Schwingungsdauer eines Pendels beträgt rd. 24 min. Trotzdem ist die Dämpfung so gut, daß sich die Pendel nach etwa einer Stunde völlig beruhigt haben, wenn man das ganze Gerät gedreht hat, so daß dann abgelesen werden kann. Diese Dämpfung erzielt man durch Annähern einer wagerechten Platte an das Pendel; man kann sie durch Drehen eines Triebknopfes genau regeln und beim Fortschaffen des Gerätes auch zum Feststellen des Pendels benutzen.

Abb. 1. Kräfteplan.

Bei der fertigen Drehwage, Abb. 3 bis 5, ist in den Kopf des kräftigen Aluminium-Säulenständers s eine kegelige Rotgußbüchse eingesetzt, die einen Aluminiumteller und den Rotgußzahnkranz k trägt. Mittels Klemmkegels und Handrades h kann man diesen in jeder beliebigen Stellung festklemmen. In die Rotgußbüchse ist eine kegelige Messingachse eingeschliffen, die den Aluminiumteller t trägt. Dieser schützt den Zahnkranz k vor Staub und dient als Grundplatte für die Schutzkästen der eigentlichen Drehwage. Das Gewicht des Oberteils, das rd. 35 kg beträgt, wird am unteren Ende der Achse durch ein Kugellager aufgenommen, das sich mittels Mikrometerschraube sehr fein in der Höhe einstellen läßt. Man kann damit den Lauf des Achskegels so regeln, daß sich die Wage genügend leicht dreht, aber trotzdem die Führung kein Spiel hat. Bei stärkeren Temperaturänderungen, die im Freien auftreten können, muß man diese Einstellung gegebenenfalls nachregeln. Die Mikrometerschraube ist durch einen Schlitz im Ständer leicht zugänglich.

Abb. 2.
Schematischer Schnitt durch die Wage.

Abb. 3 u. 4.
Ansichten der Drehwage.

Abb. 5.
Schnitt durch Lagerung und Drehwerk.

Das Gerät wird durch ein Uhrwerk *w* selbsttätig gedreht, das auf dem Aluminiumteller *t* befestigt ist und den Zahnkranz *k* antreibt. An bestimmten Stellen des Kreises, die im allgemeinen um 120° versetzt sind, befinden sich Anschläge *e*. Diese greifen in eine Sperrklinke *f* ein und stellen durch Anhalten des Laufwerkes die Drehung augenblicklich ab. Die Massenkräfte des Uhrwerks werden hierbei in der Sperrklinke vernichtet, so daß sowohl beim Anfahren als auch beim Anhalten Stöße und Schwingungen vermieden werden. Das ist sehr wesentlich, da es sonst zu lange dauern würde, bis sich die Pendel beruhigt haben. Infolgedessen dauert es normal nur eine knappe Stunde, bis sich die Pendel beruhigen. Die Umlaufgeschwindigkeit der Wage ist dabei verhältnismäßig groß, sie macht nämlich rd. ⅓ Umdrehung in 1½ min. Die Anschläge lassen sich leicht versetzen, je nachdem die Wage in 3, 4 oder 5 Stellungen zur Ruhe kommen soll. In bestimmten Zeitabschnitten wird die Drehung elektrisch ausgelöst, indem eine Kontaktuhr den auf der Sperrklinke befestigten Elektromagneten *g* erregt und die Sperrung für kurze Zeit aufhebt. Das Gerät dreht sich dann stoßfrei bis zum nächsten Anschlag.

Die Ausschläge der Pendel werden im obersten Teil des Gerätes selbsttätig photographisch aufgezeichnet. Wegen der außerordentlichen Empfindlichkeit der Wage muß bei der ganzen Bauart peinlich auf symmetrische Massenverteilung geachtet werden. Der Plattenrahmen von 6,5 × 9 cm in dem flachen, lichtdicht verschlossenen Gehäuse *i* wird durch ein kleines Uhrwerk ohne Erschütterung mit 4 mm/h Geschwindigkeit bewegt. Zu beiden Seiten unterhalb der Registriereinrichtung sind zwei kleine Glühlampen angebracht, deren Licht durch Prismen auf zwei auf der zweiten Schutzhülle befestigte einstellbare Spiegel, von hier durch eine Linse nach den Wagespiegeln *d* und von diesen zurück auf die photographische Platte zurückgeworfen wird. Im untersten Teil eines der inneren Rohre, die die Torsionsfäden bergen, ist ein Metallthermometer mit Spiegel angebracht, und in dem zweiten Rohre befindet sich ein fester Spiegel, der die Nullstellung für die Wagen angibt. Beide erzeugen mit den Wagespiegeln Lichtpunkte auf der photographischen Platte und sind, unabhängig voneinander, von außen her einstellbar. Damit man die Wagen beobachten kann, ist ferner ein Spiegel in den Lichtweg eingeschaltet, der die vier Lichtpunkte auf eine von außen sichtbare Mattscheibe mit Einteilung unterhalb der Kassette wirft. Da die Wagen sich stets nach rd. 50 min völlig beruhigen, kann man ihre Lage stündlich photographisch festhalten. Die Glühlampen leuchten nur stündlich kurz auf, damit sie keine Temperaturstörungen hervorrufen. Zu diesem Zweck enthält die Uhr, welche den Strom für die Erregung des Magneten zum Auslösen der Sperrklinke schließt, ein zweites Kontaktsyste[m], das den Strom für die Lämpchen schließt.

Auf dem obersten Schutzkasten sind noch zwei zueinan[der] senkrechte Wasserwagen zum Wagerechtstellen und eine Buss[ole] zum Einstellen des Gerätes in der Anfangstellung angebracht. [Die] Einstellung in den übrigen Lagen ist dann durch die A[n]schläge am Kreise gegeben. Die Säule kann in zwei Teile ze[r]legt werden, so daß man das Gerät, das rd. 175 cm hoch i[st,] leicht fortschaffen kann.

Das Gelände für die Untersuchung mittels der Drehwa[ge] muß vorher geologisch bekannt sein. Vermutet man z. [B.] Manganerznester, so setzt man entsprechend den geologisch[en] Mutmaßungen eine Reihe von Meßpunkten an, die der Rei[he] nach oder mit mehreren Wagen gleichzeitig vermessen werde[n]. Zu diesem Zweck wird das Gelände in einigen Metern Umkr[eis] gut abgeglichen und die Drehwage in einem Zelt aufgebaut u[nd] eingerichtet. Man stellt sie dann in eine bestimmte Richtu[ng], z. B. Nord-Süd, zieht Uhrwerk und Photographierwerk auf u[nd] überläßt sie dann bei dicht geschlossenem Zelt sich selb[st]. Nach Ablauf von etwa einer Stunde, wenn sich die Pendel [be]ruhigt haben, gibt das Uhrwerk zum erstenmal Strom. [Die] Lampen leuchten auf, und der Ausschlag der Pendel in [der] Nord-Süd-Richtung wird aufgezeichnet. Hierbei wird die Spe[rr]klinke ausgelöst, und die Wage dreht sich langsam um 120[°]. Nach Ablauf einer weiteren Stunde erfolgt dann die zweite A[uf]nahme. Darauf dreht man die Wage wieder um 120° weit[er] und so fort. Um zufällige Fehler auszuschalten, wiederholt m[an] die Messungen, das Gerät macht also zwei volle Umdrehung[en].

Nach Ablauf der dafür erforderlichen sechs Stunden wi[rd] das Zelt wieder geöffnet und nach Entnahme der belichtet[en] Platte abgebaut und an der inzwischen vorbereiteten zweit[en] Stelle wieder aufgestellt. Da eine vollständige Messung et[wa] 7 Stunden dauert, so braucht man für das Vermessen eines [Ge]ländes mit 20 Meßpunkten etwa eine Woche, wenn man n[ur] über eine Wage verfügt.

Aus den Aufnahmen erhält man rechnerisch die Richtu[ng] und die Größe der Zunahme der Schwerkraft in der Wagerecht[en] und daraus den Verlauf der Störung des normalen Schwerefeld[es]. Die geologischen Folgerungen können dadurch entscheidend b[e]stätigt oder berichtigt werden. Man kann mit größerer Siche[r]heit auf Grenzen, Tiefe und Mächtigkeit des vermutet[en] Erzvorkommens schließen und mit besserer Wahrscheinlichk[eit] als bisher Bohrungen ansetzen und Abteufschächte an den f[ür] den Abbau des Lagers günstigsten Punkten niederbringen.

Die Wage wird von den Askaniawerken A.-G., Bambe[rg]werk, Berlin-Friedenau, gebaut. [A 155]

R U N D S C H A U.

Mittlere technische Lehranstalten für Feinmechanik — Wagen — Feinmeßgerät für Bohrungen — Selbsttätige Schiffssteuerung — Kurzzeitmesser für Echolotungen.

Fachschulen für die feinmechanische Technik.

Die große Bedeutung der Ausbildung unserer technischen mten für die Wettbewerbfähigkeit der deutschen Industrie ist langem unumstritten; hat doch die vorzügliche systematische ulung unserer Ingenieure und Techniker stets als einer der uptvorteile unserer Industrie gegenüber der des Auslandes geten. Es soll hier nicht untersucht werden, ob und wie weit auch heute noch mit unserem technischen Schulwesen an Spitze stehen. Ohne Zweifel sind im Auslande vielfach ade während des Krieges und später wesentliche Fortschritte h auf diesem Gebiete gemacht worden.

Wir Techniker sind gewohnt, bei allen unseren Aufgaben Weg geringsten Widerstandes zu suchen, um mit einem Minmaß an aufzuwendender Arbeit das Ziel zu erreichen. Um dem Rohstoff das fertige Werkstück zu erzeugen, soll man diejenigen Arbeitsgänge ausführen, die mit Rücksicht auf die gültige Form unbedingt nötig sind, allen überflüssigen Zierrat lassen und bei den Stufen der Bearbeitung jeden Umweg verden. Genau so sollte es auch auf dem Gebiete des technischen ulwesens sein, besonders auch bei den niederen und ttleren technischen Schulen, die nicht wie die hschulen bis zu einem gewissen Grad allgemeines Wissen nitteln und der Wissenschaft und Forschung dienen, sondern allem tüchtige technische Beamte für die Bedürfnisse der Inrie heranbilden sollen. Dieses Ziel wird besonders bei einem eutenden Zweig unserer Technik, nämlich der feinmechachen Industrie, nur auf Umwegen erreicht. Hier wird te noch der größte Teil der Angestellten aus Mangel an geeten Sonderfachschulen auf Maschinenbauschulen ebildet. Die volle Bedeutung dieser Tatsache erkennt man erst, wenn man die praktische Ausbildung, auf gerade in der feinmechanischen Technik besonderer Wert gt werden muß, ins Auge faßt.

Daß junge Leute, die vor dem Schulbesuch als Schlosser r Maschinenbauer gelernt oder als Praktikanten in r Maschinenfabrik gearbeitet haben, von vornherein ihrer zen technischen Denk- und Anschauungsweise nach nicht in n feinmechanischen Betrieb hineinpassen, bedarf keiner Errung, und doch ist man häufig gezwungen, auch solche Leute ustellen, die sich dann bestenfalls nach einer Reihe von Jahren r großen Schwierigkeiten in das ihnen wesensfremde Gebiet veit einleben, daß sie dasselbe wie richtig vorgebildete Techr nach verhältnismäßig kurzer Einarbeitung leisten. Die en für dieses Umlernen trägt die feinmechanische Industrie.

Fast noch ungünstiger liegen, vom volkswirtschaftlichen dpunkt betrachtet, die Verhältnisse bei jungen Leuten, die Mechaniker gelernt haben — Praktikanten werden von nechanischen Großbetrieben erst neuerdings in nennenswerter i angenommen — und dann, um sich weiter auszubilden, eine liche oder private Maschinenbauschule besuchen. Feinmechaniker kann sich zunächst von den im Unterricht ndelten Maschinenteilen mit ihren großen Abmessungen gar e richtige Vorstellung machen, und die besseren Maschinenchulen nehmen daher junge Leute mit derartiger ungeeigneter tischer Vorbildung nur ungern auf. Solche Schüler bleiben, n sie nicht ungewöhnlich begabt sind, hinter ihren Kameraden Maschinenbaupraxis zurück. In jedem Fall erfordert die Einng auf das der vorherigen praktischen Tätigkeit nicht enthende Gebiet eine Unsumme von Arbeit, die vermieden en sollte.

Hat der junge Mann unter Überwindung dieser Hemgen mit vieler Mühe das Ziel der Anstalt erreicht, so er in vielen Fällen das durch nichts gerechtfertigte Ge in einen höherwertigen Beruf gelangt zu sein. Er kehrt Feinmechanik den Rücken und tritt ganz zum Maschinenbau , wo er trotz seiner vielleicht vorzüglichen Schulzeugnisse nüber den aus dem Maschinenbau hervorgegangenen Kollegen einen Leistungen zurückbleiben wird. Wer aber nach beener Prüfung wieder in die feinmechanische Industrie einmuß zum zweiten Male das Steuer wenden, also nochmals tige und kostspielige Arbeit leisten, bis er sich wieder in feinmechanischen Betrieb eingelebt hat.

Daß noch in weiten Kreisen die Ansicht vorherrscht, die ildung auf den Maschinenbauschulen könne auch für die mechanik als Grundlage dienen, ist wohl auf ungenügende tnis des Wesens der feinmechanischen Technik zurückzun. Abgesehen davon, daß es im Sinne einer rationellen ildung bedauerlich ist, wenn ein junger Feinmechaniker auf Schule Dampfkessel, Dampfmaschinen, Pumpen, Hebezeuge rgl. berechnen und konstruieren muß, erfordert auch die mechanik eine ganz andere Einstellung bezüglich des Gefür kleine Kräfte und für geringe Abmessungen.

Viel zweckmäßiger wäre es daher, wenn sich der Schüler mit dem Entwerfen und Berechnen großer Maschinen mit Bau von Geräten aus der Feinmechanik sowie von Werkzeugen und Vorrichtungen für die Massenfertigung von Einzelteilen hierfür beschäftigen würde. Ganz allgemein kann man sagen, daß für die Bemessung und Gestaltung der Teile feinmechanischer Geräte meistens nicht die Berechnung auf Festigkeit, sondern die Art der Herstellung maßgebend ist, wobei z. T. Arbeitsverfahren anzuwenden sind, die dem Maschinenbau fremd sind. Das gleiche gilt von den Werkstoffen; diese verlangen z. B. bei Erzeugnissen der elektrotechnischen Industrie vielfach besondere Bearbeitungsverfahren, mit denen sich der Maschinenbauer nicht zu beschäftigen hat. Viel wichtiger als die eingehende Kenntnis der Herstellung und Rohverarbeitung des Eisens und die Technik des Eisengusses ist es für den Techniker in einem feinmechanischen Betriebe z. B. zu wissen, wie Porzellan und andre elektrotechnische Isolierstoffe hergestellt und verarbeitet werden, oder die Technik des Spritzgusses zu kennen.

Je weiter man in den Stoff eindringt, um so mehr muß man zu der Erkenntnis gelangen, daß Maschinenbau und Feinmechanik zwei Zweige der Technik sind, die sich mit der Zeit in der Entwicklung so weit voneinander getrennt haben, daß man nicht mehr einfach von einem zum andren hinüber- und herüberspringen kann. Jeder dieser beiden Zweige hat bereits eine recht ansehnliche Krone entwickelt, und wer es sich in der einen von ihnen bequem machen will, der muß sich beizeiten für einen der beiden Zweige entscheiden.

Leider hat die Entwicklung des technischen Schulwesens nicht zur rechten Zeit diesen Weg genommen, und heute ist es natürlich doppelt schwer, das Versäumte nachzuholen. Man wundert sich unter diesen Umständen mit Recht, daß nicht viel früher die Notwendigkeit erkannt worden ist, für die feinmechanische Industrie geeignete Schulen ins Leben zu rufen. Es ist jedoch zu bedenken, daß zu der Zeit, wo der Maschinenbau bereits eine Industrie von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung war, die Feinmechanik noch vollkommen nach Art des zünftigen Handwerks betrieben wurde. So waren natürlich die ersten Anstalten, deren Aufbau vorbildlich für das gesamte technische Schulwesen war, ganz auf den Maschinenbau eingestellt. Dort wurden die grundlegenden Unterrichtsverfahren entwickelt, dort entstanden auch die Elemente des Maschinenbaues, die richtunggebend für den Aufbau des Unterrichts waren, und man hielt an dieser Grundlage auch dann noch fest, als andre Zweige der metallbearbeitenden Industrie hinzukamen, die sich erst später vom Handwerk- zum Fabrikbetrieb entwickelt hatten.

Auch die Schwierigkeit des Aufbaues von Schulen für die Feinmechanik mag abschreckend gewirkt haben. Die wenigen Fachschulen dieser Richtung hatten meist physikalische Grundlage und konnten, schon wegen ihres geringen Umfanges, nur beschränkten Kreisen der Industrie dienen. Geeignete Grundlagen für den Aufbau von Schulen für die gesamte feinmechanische Technik waren und sind auch heute noch nicht vorhanden. Nicht viel anders steht es mit den Lehrmethoden und, nicht zu vergessen, mit den Lehrkräften, an die sowohl in unterrichtstechnischer Hinsicht als auch in bezug auf praktische Erfahrung im Betriebe besonders hohe Anforderungen gestellt werden müssen.

Als erschwerend kam ferner hinzu, daß es bei der Vielseitigkeit innerhalb der feinmechanischen Technik an einer alle Betriebe umfassenden Organisation fehlte, die als Trägerin des Gedankens die staatlichen und kommunalen Behörden auf die Gründung von Fachschulen auf diesem Gebiete hätte hinweisen oder aus eigenen Kräften solche Anstalten ins Leben rufen können. Daß man versäumt hat, eine solche Organisation zu schaffen, als Staat und Gemeinden noch namhafte Summen für solche Zwecke zur Verfügung stellen konnten, ist besonders deshalb zu bedauern, weil jetzt die Kosten derartiger Schulen fast allein von der Industrie aufgebracht werden müssen. Erfreulicherweise scheint neuerdings aber doch in den beteiligten Kreisen die Überzeugung durchzudringen, daß mit der Gründung von Schulen für die feinmechanische Technik ernstlich begonnen werden muß.

Besonders in der feinmechanischen Industrie des Berliner Bezirkes mit ihren elektrotechnischen und optischen Großbetrieben und ihren zahlreichen Werkstätten für feinmechanische Apparate und Meßinstrumente machte sich in den letzten Jahren der Mangel an gut ausgebildeten technischen Beamten derart fühlbar, daß man sich entschloß, in Berlin eine Fachschule für feinmechanische Technik zu errichten. In einer Versammlung, die am 28. Juni 1922 in Berlin im Ingenieurhause stattfand, wurde im Beisein von Vertretern der staatlichen und städtischen Behörden sowie zahlreicher feinmechanischer Betriebe der Verein „Fachschule für feinmechanische Technik e. V." gegründet. Bereits in dieser Gründungsversammlung wurden Jahresbeiträge in solcher Höhe gezeichnet, daß die neue Schule im Herbst 1922 eröffnet werden konnte. Für die Aufnahme wird Reife für Obersekunda oder eine gleichwertige Allgemeinbildung sowie der Nachweis einer mindestens zweijährigen praktischen Tätigkeit in geeigneten feinmechanischen Betrieben gefordert.

Besonders erfreulich ist, daß auch die Behörden die Bedeutung des Unternehmens anerkennen und bereit sind, mit den ihnen zur Verfügung stehenden Mitteln die Sache zu fördern. So hat das Preußische Handelsministerium sich bereit erklärt, dem Schulverein beizutreten und sich mit einem namhaften Jahresbeitrag an den Kosten für die Schule zu beteiligen. Besonders eng ist das Zusammenarbeiten mit der Schulverwaltung der Stadt Berlin. Diese hat nicht nur geeignete Schulräume nebst Inventar sowie Heizung, Beleuchtung usw. für die Tagesschule kostenlos zur Verfügung gestellt, sondern sie hat auch auf Anregungen aus dem Kreise der beteiligten Industrie bereits seit Ostern 1921 eine Abendschule für Feinmechanik ins Leben gerufen, die sich eines überaus regen Zuspruchs erfreut. Diese Abendschule, die auch weiterhin als städtische Anstalt bestehen bleiben soll, ist als Vorstufe und teilweiser Ersatz der Tagesschule gedacht und soll junge Mechaniker, die sich neben ihrer Berufstätigkeit in Abendkursen weiterbilden wollen, in sieben Halbjahren so weit fördern, daß sie in den zweiten Jahreskursus der Tagesschule übertreten können.

Die einheitliche Durchführung der Schulorganisation und des Lehrplanes für die beiden Anstalten wird dadurch gesichert, daß beide Schulen unter der Leitung eines gemeinsamen Direktors in dem gleichen Gebäude vereinigt sind und die Stadtgemeinde Berlin dem Schulverein als Mitglied angehört, während im Kuratorium der Abendschule auch der Schulverein vertreten ist. Ferner können die Lehrmittel, insbesondere die Sammlungen und Laboratorien, von beiden Schulen benutzt werden, und auch die Lehrer unterrichten teilweise an beiden Anstalten.

Daß innerhalb der feinmechanischen Industrie die Notwendigkeit klar erkannt wird, für die Ausbildung des Nachwuchses an mittleren technischen Beamten beträchtliche Mittel aufzuwenden, zeigte mit erfreulicher Deutlichkeit bereits eine Aussprache in einer Versammlung am 12. Dezember 1921. Dabei war man sich aber auch darüber klar, daß es mit Geldbeiträgen an sich nicht getan ist, daß die neue Anstalt vielmehr dringend und dauernd der tätigen Mitarbeit der beteiligten Fachkreise bedarf. Besonders wichtig ist die Beschaffung geeigneter Lehrmittel, deren Entwicklung nur in gemeinsamer mühevoller Arbeit der Fachleute aus der gesamten feinmechanischen Industrie möglich ist. Für diesen Zweck sind daher Ausschüsse gebildet worden, denen die Ausarbeitung von Lehrmitteln für bestimmte Fachgebiete übertragen ist. Die Aufgabe dieser Fachausschüsse wird nicht leicht sein; denn es gilt, etwas völlig Neues zu gründen, und man ist sich in den beteiligten Fachkreisen darüber klar, daß es jahrelanger emsiger Kleinarbeit bedarf, um z. B. eine Sammlung von „Konstruktionselementen der Feinmechanik" zu schaffen, die etwa Bachs Maschinenelementen entsprechen könnte. Aber gerade deshalb war es höchste Zeit, damit zu beginnen, damit möglichst bald eine geeignete Grundlage für den Aufbau des konstruktiven Unterrichts vorhanden ist. Nicht minder wichtig ist die Ausarbeitung von Unterlagen für den Unterricht im Bau von Werkzeugen und Vorrichtungen sowie in der Betriebführung, z. B. in der Vorkalkulation, im Terminwesen usw.

Demgemäß wurden gebildet:

1. ein Fachausschuß für Konstruktionselemente,
2. ein Fachausschuß für Werkzeuge und Vorrichtungen,
3. ein Fachausschuß für Betriebsführung.

In allen diesen Ausschüssen wird bereits fleißig gearbeitet, und es ist zu hoffen, daß für die dringendsten Aufgaben in einigen Monaten eine Sammlung von Unterrichtsmitteln in Form von Lehrbüchern vorhanden sein wird, die der Schule zur Verfügung gestellt werden können und den Lehrern ihre Aufgabe wesentlich erleichtern werden.

Auch in Süddeutschland hat man erkannt, daß es nicht länger angängig ist, die Techniker für die feinmechanische Industrie auf Maschinenbauschulen auszubilden. Besonders in Württemberg ist man bestrebt, eine Änderung dadurch herbeizuführen, daß man die Fachschule in Schwenningen zu einer vollwertigen Ausbildungsanstalt für die feinmechanische Technik umgestaltet. Diese Bestrebungen, die von den dortigen führenden Firmen getragen werden und sich der kräftigen Förderung des Württembergischen Landesgewerbeamts erfreuen, führten am 9. Dezember 1922 zu dem Beschluß, die Gründung eines Württembergischen Vereins zur Umwandlung der Schwenninger Fachschule vorzubereiten. Neuerdings sind auch aus dem rheinisch-westfälischen Industriegebiet ähnliche Bestrebungen bekannt geworden; so soll in Remscheid die Gründung eines Vereins „Fachschule für die Werkzeug- und feinmechanische Industrie" zur Unterstützung und Umgestaltung der dortigen staatlichen Fachschule bevorstehen.

Vielversprechende Anfänge sind also vorhanden, und es wird nunmehr darauf ankommen, alle beteiligten Fachkreise zu wirksamer Mitarbeit heranzuziehen. Ehrensache für jeden feinmechanischen Betrieb ist es, durch Beitritt zu einem dieser Schulvereine[1]) an seinem Teile zu dem Gelingen eines Werkes beizutragen, das geeignet ist, die Wettbewerbfähigkeit der deutschen Industrie zu steigern und dadurch dem Wiederaufbau des Vaterlandes zu dienen. [1468] Dipl.-Ing. R. von Voß.

[1]) Zuschriften betr. den Schulverein an den Vorsitzenden des Vereins „Fachschule für feinmechanische Technik e. V.", Dir. Dr. Franke, Siemens & Halske A.-G., Siemensstadt bei Berlin.

Verbesserungen an Analysenwagen, besonders an Mikrowagen.

Die Analysenwagen haben neuerdings Verbesserungen erfahren durch die ihre Empfindlichkeit und Genauigkeit sowie ihre Handhabun sehr gewonnen haben. Beim Bau von Analysenwagen, die auf 0,01 mg bei 20 g Belastung empfindlich sein sollen, stieß man auf Fehlerquellen die bei den gewöhnlichen Analysenwagen von 0,1 mg Empfindlichkei keine Rolle spielen. Insbesondere müssen hier die Reiter genau senkrecht zum Wagebalken sitzen; die bisherige Art des Verschiebens de Reiter mußte also geändert werden.

Jeder Praktiker weiß, daß beim Abheben oder Aufsetzen der Reitergewichte oft pendelnde Schwingungen, seitliche Ausschläge entstehen die ungenaue Wägungen, besonders bei den feinsten Mikrowagen, zu Folge haben. Bei der neuen Einrichtung, Abb. 1 und 2, ist die sons übliche Öse oberhalb des Reiterbügels weggefallen und dadurch da Gewicht mehr nach unten verlegt. Ferner ist der Haken zum Abhebe doppelt; er faßt den Reiter an zwei Stellen, so daß dieser nicht seitlic verdreht werden kann. Der Reiter hat oben an einer Seite eine Kerbe in die der Haken genau paßt; an der anderen Seite ist der Steg gerade so daß man verschieden breite Haken verwenden kann. Mittels dieses Hakens kann man den Reiter in genau derselben Lage, und gegen seitliche Verschiebungen gesichert, auf dem Wagebalken von Kerbe zu Kerbe weitersetzen. Bei Benutzung der Mikrowage ist weiter störend, daß sich der Wagebalkenschenkel einseitig erwärmt und ausdehnt, und zwar schon beim gewöhnlichen Handhaben der Wage und beim Bestrahlen durch Lampen. Genaue Versuche haben daher veranlaßt, den Wagebalken vollständig mit einem die Wärmestrahlung ausschließenden Kasten aus Metall zu umschließen, Abb. 3, der nur an der Vorder- un Hinterseite durchsichtig ist. Die Reiter werden in der bekannten We von außen verschoben. Um aber jede Störung fernzuhalten, führt ma den Haken mittels zweier Schieber, die sich rechtwinklig zueinande bewegen und in jeder Lage leicht einstellen, ohne die Bewegung d Hakens zu behindern. Auch die Öffnungen für die Gehänge der Schale und für die Zungen sind mit Schutzkappen aus gut leitendem Meta versehen.

17
16
15

Abb. 1 u. 2. Reiteraufhängung.

Selbstverständlich muß die Masse des Wagebalkens so gering w möglich und sein Baustoff vollkommen homogen sein. Bei den Mikr wagen versieht man daher den Balken mit Löchern, so daß nur e Gerippe bleibt; hierdurch wird das Gewicht verringert und fast jed Ungleichmäßigkeit im Baustoff ausgemerzt. Damit werden auch die o beobachteten Unterschiede in der Wärmeausdehnung der Wagearn vermieden.

Die Mikrowagen sind ferner mit einer Kreisbogen-Feststellvorric tung, Abb. 4, versehen; Beschädigungen und Verschleiß der Stahlspitze an den Achatsteinen werden dadurch vermindert, daß diese mit de Wagebalken genau gleiche Kreisbögen beschreiben; dabei stoßen di Spitzen immer an die gleichen Stellen der Achatlager. Bei den bi herigen Feststellvorrichtungen verschieben sich dagegen die Spitz gegen die Achatflächen, wodurch sie sich leicht abnützen.

Eine andere Verbesserung, die sich im Gebrauch bereits bewäh hat, besteht darin, daß der Achsenabstand durch einen einstellbare Achsenträger berichtigt wird, der alle störenden Reibungen, Quetschu gen usw. vermeidet. Der verstellbare Achsenträger sitzt auf ein Querbolzen des Wagebalkens und ist mit sechs im Stern angeordnet Stellschrauben ausgerüstet. Durch eine kleine Kugel, die zwisch einer Abflachung des Querbolzens und dem gleichfalls flachen Ende d Schraube liegt, erreicht man, daß sich die Höhenlage des Achsenträge nicht ändert, auch wenn er stark seitlich verschwenkt wird.

Abb. 3. Mikrowage mit neuartiger Wagebalkeneinrichtung.

Hochempfindliche und sehr langsam schwin-
nde Mikrowagen lassen sich leicht in Schnell-
gen umwandeln, wenn man ein mit Abhebe-
richtung versehenes Zusatzgewicht auf haar-
arfe Schneiden, Spitzen oder dergl. setzt und
ch die beiderseitigen Verschiebegewichte ins
ichgewicht bringt. Das Zusatzgewicht trägt an
den Seiten nach unten gerichtete Gewinde-
zen, auf denen sich Laufmuttern verstellen
sen. Hierdurch erreicht man die gewünschte

Abb. 4. Kreisbogen-arretierung.

pfindlichkeit. Durch ähnliche wagerecht be-
liche Muttern seitlich am Zusatzgewicht läßt
das Gleichgewicht einstellen.
Durch das Zusammenwirken der beiden Paare
fmuttern kann man Balken und Zusatzkörper
genaues Gleichgewicht bringen; beim Auflegen
Zusatzgewichtes wird dann einseitiger Druck,
auch der dadurch bedingte Fehler vermieden.
öttingen. [1106] E. Löwenstein.

Neue selbsttätige Wage.

Die selbsttätige eichfähige Abfüllwage der Garvenswerke, [Han]nover-Wülfel, Abb. 5 und 6, dient dazu, trockene, leichtfließende Stoffe, [b]esondere Lebensmittel, wie Mehl, Zucker, Kaffee usw., mit dem [g]ngsten Aufwand von Handarbeit in kleinen Mengen abzuwägen und [P]apiertüten für den Kleinverkauf bereitzustellen. Der Hauptwage-[balk]en *a*, der aus zwei gleichen, durch Querstücke verbundenen Teilen [b]eht, ruht mit Schneiden auf den im Gestell gelagerten Pfannen und [i]st mit einer durch einen Ausschnitt des Gestelles nach vorn durch-[ge]ndenen Zunge *b* versehen, die über einer entsprechenden Spitze ein-[s]pielt. An den beiden Enden des Wagebalkens sind gleichfalls in [Sch]neiden die Gewichtschale *c* und die Lastschale *d* aufgehängt. Sie [wer]den durch die Gegenlenker *e* und *f* stets senkrecht gehalten.

Beim Gebrauch der Wage wird zunächst das Wägegut in den [Tric]hter *g* eingefüllt, nachdem man die Klappe *h* mittels der Druck-stange *i* verschlossen hat. Durch diese Bewegung wird gleichzeitig der Kern eines Elektromagneten *k* angehoben, der zwischen den Gestellteilen gelagert ist, und durch den sich darunterschiebenden Keil *l* in dieser Stellung festgehalten. Um nun eine bestimmte Menge des Wägegutes in eine auf der Lastschale befindliche Papiertüte oder dergl. einzufüllen, zieht man zunächst mittels des Knopfes *m* den Keil *l* zurück, so daß der Magnetkern herunterfällt und sich die Klappe *h* öffnen kann. Von dem Wägegut fließt dann so viel auf die Lastschale, als das Gewicht auf der andern Seite angibt, worauf die Lastschale anfängt, sich zu senken. In diesem Augenblick schließt der Gegenlenker *e* einen elektrischen Stromkreis, der Kern des Magneten *k* wird emporgezogen und mittels des daran hängenden Hebelwerkes und der Stange *i* die Zuflußklappe *h* wieder geschlossen. Zugleich wird der Boden *n* der Lastschale einmal nach unten gekippt, so daß die gefüllte Papiertüte auf den Tisch abgestellt wird.

Die hierdurch erleichterte Lastschale bewegt sich nunmehr aufwärts und unterbricht wieder den elektrischen Stromkreis. Der Magnetkern fällt aber noch nicht herunter, da er durch den Keil, den sein Gegengewicht *o* nach dem Aufwärtsgang des Kernes vorgedrückt hatte, zurückgehalten wird. Erst wenn sich der Boden der Lastschale unter der Wirkung seines Gegengewichtes *p* wieder schließt, wird der Keil wieder zurückgestoßen; nunmehr kann der Magnetkern herunterfallen und die Klappe des Trichters sich wieder öffnen, so daß eine neue Menge des Wägegutes abgegeben wird.

Die Wage läßt sich mittels eines Laufgewichthebels, dessen zweiter Arm unter die Gewichtschale greift, nach Belieben austarieren. Ferner kann man die Einrichtung, die den Boden der Lastschale auslöst, nach Belieben ausschalten, so daß dann die Wage wie eine gewöhnliche Wage spielt und auf die Richtigkeit der Einzelwägungen geprüft werden kann. Für den Betrieb genügt eine vierzellige Akkumulatorenbatterie mit 8,2 V Anfangsspannung. [M 239]

Abb. 6.

Abb. 5 und 6. Abfüllwage der Garvenswerke, Hannover.

Selbsttätige Wage für Postpakete.

Gebr. Dopp, Berlin, bauen eine Wage für Postpakete, Abb. 7 bis 10, die mit selbsttätigem Druckwerk versehen ist und das Gewicht eines aufgelegten Paketes unmittelbar auf der Begleitadresse verzeichnet. Das Druckwerk wird dabei durch denselben Handhebel bedient, der auch sonst betätigt wird, um die Anzeigevorrichtung für die Wägung einzuschalten, so daß es keinerlei Mehrarbeit erfordert.

In den Schlitz *a* des Holzgehäuses, Abb. 8, wird die Paketadresse senkrecht eingebracht, wobei sie sich zwischen zwei Tragbügeln führt und auf einen wagerechten Gegenhalter *b* aufsetzt, der die Höhenlage bestimmt. Das zu wägende Paket wird auf die Plattform *c* gelegt, die durch das übliche Dezimal-Hebelgestänge mit dem Hebel *d* auf ein federndes Metallband *e* einwirkt. Durch die Bewegung dieses Gestänges wird ein Segment *f* verstellt, das an der Seite mit Zahlentypen versehen ist und am Umfang durch Kerben und einen federnden Gegenhalter in seiner Einstellung gesichert wird.

Abb. 7. Postwage von Gebr. Dopp A.-G.

Damit dieses Segment beim Aufwerfen von Paketen auf die Plattform nicht in allzu starke Schwingungen gerät, ist es außerdem mit einem Luftzylinder g verbunden, der diese Schwingungen abdämpft. Wird man den Handhebel h herumgelegt, so wird durch ruckartiges Verdrehen der stehenden Welle i ein federnder Knopf so gegen die Paketadresse geschlagen, daß sich die eingestellte Gewichtzahl des Segments mittels des wagerecht über Rollen geführten Farbbandes k auf

Abb 8. Aufriß.

Abb. 9. Schnitt A—B.

Abb. 10. Schnitt C—D.
Abb. 8 bis 10. Postwage von Gebr. Dopp A.-G.

dem Kartenblatt abdruckt. Gleichzeitig wird der wagerechte Gegenhalter b der Karte mittels der senkrechten Stange l, die sich am unteren Ende auf eine unrunde Scheibe federnd auflegt, um eine Teilung tiefer gestellt, so daß, wenn nunmehr ein zweites Paket auf die Plattform aufgelegt und dann abermals der Hebel hin und her bewegt wird, das Gewicht dieses zweiten Paketes unter dem zuerst verzeichneten abgedruckt werden kann. In dieser Weise können die Gewichte von mehreren mehr auf dieselbe Anweisung abgesandten Paketen verzeichnet werden, ohne daß Versehen durch Schreibfehler möglich sind. [M 240]

Neuzeitliche Industriewage.

Während sich im Laufe der letzten Jahre bei Waggon- und F
werkwagen die Entlastung mittels Windenträgers oder Schwinge v
allgemein eingeführt hat, fehlte bisher für die eisernen Laufgewi
wagen der Industrie, für Lagerhaus- und Rollbahnwagen von e
2000 kg Wiegefähigkeit an eine zugleich praktisch und theoretisch
friedigende Entlastung. Die gebräuchlichste Entlastung durch A
schalten des Gehänges an der Zugstange oder durch Senken des Wi
kopfes bedingt Änderungen in der Gewichtangabe der Wage
Verschleiß der Führung des Wiegekopfes, also unsichere Lager
des Laufgewichtbalkens; bei größerer Tragkraft muß man bei bei
Arten Übersetzungen mit Windenkurbel und Zahnstange einschal
wodurch der Zeitaufwand für das Entlasten vergrößert wird. D

Abb. 11 und 12. Neuartige Wage für versenkten Einbau
der Risaer Waagenfabrik Zeidler & Co.

gegenüber bedeutet die Wage für versenkten Einbau der Riesa
Waagenfabrik Zeidler & Co., Abb. 11 und 12, die mit Wind
träger-Schnellentlastung versehen ist, einen Fortschritt, da sie bis
rd. 10 000 kg Tragkraft keine Übersetzung braucht, leichten Ausgleich
toten Last ermöglicht und Abnutzung bewegter Teile sowie Änderun
in den Angaben der Wage fast vollständig vermeidet, weil sie an
günstigsten Stelle in das Hebelwerk eingreift.

Die Wage wird normal in Größen für 2, 3 und 5 t mit Brüc
bis zu $2 \times 1{,}2$ m² ausgeführt; sie hat einen vollständig geschlosse

men aus Formeisen, der die Auflager für die Schneiden *a* der Tragel *b* trägt. In dem aus zwei U-Eisen bestehenden Windenträger *c* der Querhebel *d* gelagert und ein Ausgleichgewicht angeordnet, dem das Handhebelgestänge angreift. Die Drehachse des Windeners liegt so hoch, daß die Bahnen der Querhebelschneiden möglichst stig ausfallen. Sie ist gelagert auf zwei durchgehenden U-Trägern, che die Kräfte gleichmäßig auf den ganzen Rahmen übertragen und starre Verbindung zwischen ihm und dem Kanalansatz heren, in den der Windenträger und der Querhebel hineinreichen. dem Kanalansatz steht die Wiegesäule mit dem Laufgewichten und dem Entlastungshebel, mit dem die Feststellvorrichtung den Laufgewichtbalken zwangläufig verbunden ist. Legt man den lhebel um, so wird der Windenträger an dem unter der Wiegesäule ndlichen Ende gehoben, so daß sich das andre Ende mit dem Lager Querhebels senkt. Mit dem Querhebel senken sich auch die beiden hebel, wobei sie die Brücke auf die Stützkörner *e* absetzen, so dann das ganze Hebelwerk frei wird und vor Stößen und Beligungen beim Aufbringen der Last geschützt ist. Gleichzeitig t der durch ein Gestänge betätigte Ruhhebel *f* unter das äußerste des Laufgewichtbalkens und stellt diesen fest. Zum Entlasten Wage und zum Feststellen des Laufgewichtbalkens bedarf es hiernur eines einzigen Handgriffes. [R 1604]

Meßuhr für die Werkstatt.

Die Meßuhr der **Kienzle-Uhrenfabriken** in Schwennin, Abb. 13 bis 17, ist ein verbessertes Meßgerät, das sich namentlich Vergleichsmessungen im Rahmen einer ausgesprochenen Massengung eignet; sie hat gegenüber den Mikrometern den Vorteil, daß as Ablesen der Meßwerte erleichtert und infolgedessen Zeit spart.

Abb. 13 und 14. Kienzle-Meßuhr mit Blende

Abb. 15. Meßuhr mit abgenommenem Deckel.

Abb. 16 und 17. Meßuhr. Anordnung der Zahnräder.

Verbesserungen in den baulichen Einzelheiten ist die Lebensdauer eßuhren verlängert worden, so daß sich das frühere Mißtrauen e derartige Meßgeräte nicht mehr rechtfertigt.

Gehäuse der Meßuhr aus Messing verschiebt sich der Tast *f*, Abb. 15, in zwei Hülsen aus Bronze. Er ist genau zylindrisch erkzeugstahl geschliffen und mittels eines scharf eingepaßten gegen Verdrehung gesichert. Der Führungsstift ist möglichst on der Mittelachse angeordnet, damit ein genauer Eingriff des *e* in der Verzahnung des Tastbolzens gesichert wird. Eine gplatine nimmt die Triebwerkteile übersichtlich auf. Der Druck n Tastbolzen verdreht den Trieb *e*. Mit diesem auf gleicher sitzt das Zahnrad *a*, das mit dem Trieb des Zahnrades *b* im Eineht. Dieses greift in den Zeigertrieb *c* und die große Überergibt einen entsprechend großen Zeigerausschlag. Das tote den Zahnrädern und Trieben wird durch die Feder *g* aufgenomhre Gegenwirkung überträgt das Zahnrad *d* auf den Zeigertrieb *c* f die andern Triebteile. Nach der Messung wird die Uhr durch kzugfeder *h* in die Anfangsstellung gebracht.

e kräftigen Messingrädchen greifen in gehärtete Stahltriebe, möglichst wenig Reibung entsteht, und selbst Stöße auf den Tastkönnen die Genauigkeit des Eingriffs nicht beeinflussen. Der zen läßt sich mit verschiedenen Spitzen für verschiedene Mesversehen. Mit Hilfe der Meßuhr lassen sich Unterschiede von auch schon von ungeschulten Arbeitskräften ablesen. Gegenn festen Lehren hat die Meßuhr den Vorteil, daß man die Ab der Tastspitzen durch Verstellen des Zifferblattes auf null hen kann, während feste Lehren hohe Ausbesserkosten be Für Kontrollzwecke wird die Uhr noch mit einer Blende ver ie ermöglicht, mit Hilfe eines Urgrenzmaßes Vergleichmessungen 5 bis 0,003 mm auszuführen, also Endmaße nachzuprüfen.

O. Lich.

Vergl. Z. 1922 S. 812.

Das Anschütz-Selbststeuer.

Worin besteht die Arbeit des Rudergängers? Er hält das Schiff auf dem von der Schiffsführung befohlenen Kurs. Dabei blickt er von Zeit zu Zeit auf die Rose des vor ihm stehenden Magnetkompasses, um sich zu vergewissern, daß der anliegende Kurs stimmt. Ein Abweichen des Schiffes vom Kurse kann er an der Magnetkompaßrose nicht sofort erkennen, da diese einen Schleppfehler hat, der sich zusammensetzt aus einem mechanischen Schleppfehler, verursacht durch die Reibung auf der tragenden Pinne, und aus einem magnetischen Schleppfehler, verursacht durch den Einfluß des dem Schiffskörper innewohnenden Magnetismus. Der Rudergänger ist daher zum schnelleren Erkennen des Gierens auf äußere Richtpunkte angewiesen. Hierzu dienen ihm Landmarken und Seezeichen und, wenn solche nicht in Sicht sind, die Gestirne. Sind diese durch Wolken verhüllt, so bleibt als letzter Anhalt die Richtung, in welcher Wolken und Wellen ziehen.

Diese Arbeit eines Rudergängers kann eine Maschine nicht ausführen. Die Möglichkeit der Schaffung einer selbsttätigen Steuerung war daher erst mit der Erfindung eines schleppfehlerfreien Kompasses, nämlich des Kreiselkompasses, gegeben. Seine Richtkraft beruht auf dem Einfluß der Erddrehung auf einen schnelldrehenden Kreisel mit zwei vollen und einem beschränkten Freiheitsgrade. Der Kreiselkompaß ist gegen magnetische Einflüsse unempfindlich. Er zeigt den wahren oder geographischen Norden an und kennt keine Mißweisung. Ein mechanischer Schleppfehler ist bei dem mit großer Richtkraft begabten Kreiselkompaß verhindert, weil der Deviationswiderstand der Kreisel eine kurzperiodische Drehung des anzeigenden Systems um die senkrechte Achse unmöglich macht.

Beim Steuern nach dem Kreiselkompaß bedarf der Rudergänger keines äußeren Anhaltpunktes, da jedes Gieren des Schiffes sofort durch eine Drehung der Rose gegen den Steuerstrich sichtbar wird. Dieser Vorteil wird noch erhöht durch den Umstand, daß die Tochterkompasse, nach denen gesteuert wird, eine innere Rose tragen, die für je 10° Kursänderung eine volle Umdrehung macht und so den Kurs mit

Abb. 18. Anschütz-Selbststeuer.

gleicher Genauigkeit anzeigt, wie dies eine Gradrose von 3,25 m Durchmesser tun würde. Diese „Minutenrose" erhöht die Genauigkeit des Steuerns derart, daß das Schiff selten mehr als ½ bis 1° vom Kurse abweicht, während beim Steuern nach dem Magnetkompaß Abweichungen von 2 bis 3° die Regel sind.

Diese große Genauigkeit, verbunden mit der Betriebsicherheit des Dreikreiselkompasses, legte den Gedanken nahe, den Rudergänger durch einen Mechanismus zu ersetzen, da seine Tätigkeit beim Kreiselkompaß rein mechanisch ist. Diese Aufgabe fand ihre Lösung während des Krieges. Die Firma Anschütz & Co. wurde von der Reichsmarine aufgefordert, einen Steuerkreisel für unbemannte Fernlenkboote zu bauen, der diese Fahrzeuge auf Kurs halten und den Kurs auf ein drahtloses Signal hin verlegen sollte. Die erzielten guten Erfolge veranlaßten die Firma, nach dem Kriege unverzüglich einen Selbststeurer auch für große Schiffe auszubilden, Abb. 18. Dieser Apparat bewies gleich bei der ersten Probefahrt auf einem großen Passagierdampfer seine Leistungsfähigkeit und ist daher heute schon auf einer ganzen Reihe von Schiffen im Gebrauch. Dabei hat sich gezeigt, daß er in seiner Leistung den aufmerksamsten und geschicktesten Rudergänger übertrifft, vorausgesetzt, daß keine Störung in der hydraulischen Telemotorübertragung vorliegt. Eine solche Störung kommt öfter vor als bisher angenommen wurde, und stellt auch beim Steuern von Hand eine Quelle steten Ärgers und eine Ursache erheblicher Kraftverluste durch unnötiges Ruderlegen dar.

Abb. 19. Innere Einrichtung des Selbststeuers von Anschütz.

a Handruderrad, *b* Ruderlage-Anzeiger, *c* Kontakt im Kontaktschlitz zwischen zwei Kontakthalbringen, *d* Stellrad für Kursänderungen, *e* Elektromotor, *f* Einrückhebel der Kupplung zwischen Selbststeuermotor und Handruder, *g* Hauptwelle des Selbststeuers, *h* Tochterkompaßrose, *i* Zahnrad, trägt die Kontakthalbringe.

Die Rose *a*, Abb. 18, des Tochterkompasses, der als Selbststeuer ausgebaut ist, trägt am Rande eine Kontaktvorrichtung, die zwischen zwei Kontaktflächen spielt. Giert das Schiff, so legt sich der Rosenkontakt an eine dieser Flächen, wodurch über ein Relais ein kräftiger Motor eingeschaltet wird, der das Ruderrad *b* über eine Zahnkette *c* dreht; gehorcht das Schiff dem Ruder, so legt sich der Rosenkontakt an die andere Kontaktfläche, der Motor läuft anders um und legt das Ruder wieder in die Mittelstellung. Der Motor betätigt zugleich eine Rückdrehvorrichtung, die dafür sorgt, daß der Rosenkontakt immer wieder in die neutrale Stellung zwischen den beiden Kontaktflächen zu stehen kommt. Eine einstellbare Lose (Leerlaufstrecke) erteilt dem Ruderblatt gegenüber der Rückdrehvorrichtung immer eine gewisse Voreilung. Dadurch wird verhindert, daß das Schiff nach der anderen Seite über den Kurs hinausgiert. Es wird also wie bei der Handsteuerung Stützruder gegeben. Um die jeweilige Ruderlage den Eigenschaften des Schiffes und den Wind- und Wetterverhältnissen anpassen zu können, ist ein Wechselgetriebe vorgesehen, durch dessen Einstellung die Rückdrehung beschleunigt oder verlangsamt wird, so daß das Ruder um einen kleineren oder größeren Betrag gelegt wird.

Abb. 20. Leistungskurven des Anschütz-Selbststeuers.

Kursänderungen werden nach Ausrücken des Selbststeuers am Hebel *d* wie früher von Hand ausgeführt oder aber mit Hilfe des kleinen Handrades *e* am Selbststeuer. Bei einer Drehung dieses Rades ändert sich die Lage des Kontaktschlitzes, der Rosenkontakt wird berührt und betätigt den Motor, der das Ruder legt und die Rückführung so lange betätigt, bis der herbeigeführte Unterschied ausgeglichen ist. Dann steuert das Schiff, wie oben geschildert, auf dem nunmehr anliegenden Kurse weiter. Die den Eigentümlichkeiten des Schiffes entsprechende Hartruderlage wird durch Einstellung zweier Ausschaltkontakte festgelegt. Ist diese erreicht, so wird der Motor selbsttätig ausgeschaltet.

Die innere Einrichtung des Selbststeuers zeigt Abb. 19. Die Le[istung] ergibt sich aus den in Abb. 20 wiedergegebenen Kurven, die eine[n] Vergleich mit der Handsteuerung nach dem Kreiselkompaß gestatte[n]. Diese Diagramme, die mit Hilfe eines selbsttätigen Kursschreibers au[f]genommen worden sind, lassen die Überlegenheit der Selbststeuerung e[r]kennen. [1477] M. Bergener.

Der Kurzzeitmesser von Behm.

Bei Echolotungen auf Schiffen nach dem Verfahren von Behm wird eine Schallwelle am Schiff erzeugt, die sich kugelförmig m[it] 1435 m/s Geschwindigkeit bis zum Meeresboden fortpflanzt, dort zurück geworfen wird und sodann wieder zum Schiff gelangt. Die zwisch[en] Ab- und Eingang der Welle verflossene Zeit muß hinreichend gena[u] gemessen werden, wenn aus ihr mit Hilfe der bekannten Schal[l]geschwindigkeit im Wasser auf die jeweils vorhandene Wasserti[efe] unter dem Schiffsboden geschlossen werden soll. Beträgt diese Ti[efe] z. B. 1 m, so muß $^1/_{718}$ s noch genau festzustellen sein. Behm hat n[un] für sein Lotverfahren einen Kurzzeitmesser ausgebildet, der bei V[er]suchen keine größeren Abweichungen als $^1/_{2800}$ s ergab. Damit lass[en] sich Wassertiefen bis auf 0,25 m gen[au] feststellen.

Abb. 21. Kurzzeitmesser von Behm.

Der Kurzzeitmesser, Abb. 21, [be]steht aus der in Rubinen gelagert[en] ausgewuchteten Scheibe *a*, die den Ank[er] *b* trägt. Dieser steht unter dem Einfl[uß] des Magneten *c*, der den Anker bei Stro[m]fluß so weit anzieht, daß die Nase [*d*] gegen den Anschlag *e* stößt. Hierb[ei] drückt der Ankerhaken *f* gegen die Bla[tt]feder *g*, die dadurch angespannt wi[rd]. Sodann ist noch ein Magnet *h* vorhanden, unter dessen Einfluß [die] den Anker *k* tragende Backenbremse *i* steht. Solange *k* v[om] Magneten *h* angezogen wird, kann sich die Scheibe *a* frei dreh[en]. Dabei streicht ein von der Glühlampe *l* ausgehender Lichtstreifen, [der] vom Spiegel *m* zurückgeworfen wird, über die Skala *n*.

Beim Messen wird zunächst der Strom eingeschaltet; damit wi[rd] die Blattfeder *g* gespannt und die Bremse *i* vom gezahnten Scheib[en]teil *o* abgehoben. Wird jetzt der Strom durch ein vom Geber *p* a[us]gehendes Schallzeichen mittels des Mikrophones *q* unterbrochen, so dr[eht] sich die Scheibe *a* infolge des von der Feder *g* erteilten Impuls[es], bis die Bremse *i* eingreift, was durch Ausschalten des Stromes [im] Magneten *h* mittels des zweiten Mikrophones *r* veranlaßt wird. Na[ch] der Messung wird die Scheibe durch die Spiralfeder *s* in die Anfa[ngs]stellung zurückgedreht. Das gleichmäßige Arbeiten des Kurzz[eit]messers beruht darauf, daß die Feder *g* immer denselben Imp[uls] erteilt und die Scheibenreibung sich praktisch nicht ändert. D[er] Kurzzeitmesser wird in $^1/_{2266}$ s, bei $^1/_{6400}$ s größtem Fehler, ein- u[nd] ausgeschaltet; den Fehler kann man durch besondere Maßnahmen no[ch] herabsetzen.

Der Kurzzeitmesser bedarf der Eichung. Nach einer von Beh[m] beigegebenen Eichkurve entspricht eine Schallstrecke von 100 m ein[em] Skalenausschlag von 200 mm. [R 1597] W. S.

[1]) Z. 1922 S. 176.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Die drahtlose Telegraphie im Weltverkehr.

Der Ausbau der drahtlosen Telegraphie hat durch das Bedürfnis besonders starke Anregung erfahren, über das Meer hinweg Verlungen dort herzustellen, wo die Auslegung eines Kabels mit unrwindbaren finanziellen oder technischen Schwierigkeiten verbunden , oder wo es sich um bewegliche Ziele handelte, wie etwa beim kehr mit auf der Fahrt befindlichen Schiffen.

Die breiteste Grundlage zu einem großzügigen Ausbau eines Weltknetzes wurde durch die Beobachtung gelegt, daß es nach dem tigen Stande der Technik für die drahtlose Telegraphie unüberbrückle Entfernungen nicht mehr gibt, nachdem es Deutschland vor etwa m Jahre gelungen ist, eine Verständigung mit Neuseeland zu eren, bei der also die Entfernung des halben Erdumfanges überwunden d. Zu dieser theoretischen Möglichkeit, rund um die Erde zu chen, kam der Ausbau zweier pazifischer Funklinien von der Westte Nordamerikas nach Ostasien, so daß auf diese Weise der Gürtel s um den Erdball geschlossen wurde, da die anschließenden Verlungen mit Europa als Mittelpunkt, namentlich zwischen Europa d Nordamerika, bereits in Tätigkeit waren. Hinzu tritt eine klinie von Holland nach Java, deren Inbetriebsetzung in nächster bevorsteht.

Früher genügten für die Abwicklung des Weltverkehrs durchaus Kabel. Sie haben sicherlich auch heute noch überaus wichtige fgaben, namentlich in Hinsicht auf Bewältigung eines technisch lig gesicherten Verkehrs, zu erfüllen. Der Krieg hat aber h die großen Schattenseiten des Kabelbetriebes enthüllt, als am Beispiel Deutschlands zeigte, in welchem Grade ein Kabelz der Zerstörung durch den Gegner ausgesetzt ist. Die allneine Lösung mußte deshalb dahin gehen, sich Nachrichtenverbingen nach andern Weltteilen zu sichern, die den Vorzug völliger bhängigkeit haben. Die Auslegung weiterer Kabel findet aber ließlich sehr bald eine Grenze an der Knappheit an Kapital und material (Kupfer, Guttapercha usw.), wie sie wiederum der Krieg Gefolge gehabt hat, und so ist es denn gekommen, daß die **drahtle Telegraphie** ihre eigentliche Bedeutung **auf dem Get des großen Weltverkehrs** erlangt hat, der früher Kabeln allein vorbehalten zu sein schien. Hinzu kamen schließdie epochemachenden Erfindungen der neuesten Zeit, welche die hweite der drahtlosen Sendeanlagen bedeutend erweiterten. Es sei nur an die Einschaltung der Kathodenröhren bei der Empfangle erinnert, die auch die schwächsten ankommenden Stromwellen verstärken, daß sie die nötige Kraft zur Inbetriebsetzung der Aufmeapparate entfalten, und die auf diesem Wege die weitere und bedeutsame Möglichkeit geben, die Masten, Antennen und sonstigen htgebilde auf recht bescheidene Ausmaße zurückzuführen, wie am en das Beispiel der in jedem Zimmer leicht aufzuhängenden „Rahantenne" zeigt. Den Fortschritt der Technik bekundet auch eine ngenschaft Deutschlands aus der jüngsten Zeit. In unmittelbarer bindung mit dem Haupttelegraphenamt in Berlin ist die **Bebzentrale der Drahtlosen Überseeverkehr-G. (Transradio)** eingerichtet worden, die in der Hauptsache Aufgabe übernimmt, die in Berlin aufgegebenen oder von aus ts dort angekommenen, für Übersee bestimmten Telegramme ohne eitung unmittelbar auf den drahtlosen Weg nach den fernen Länn zu bringen. Man will auf diese Weise alle Verzögerungen und ümer ausschalten, die durch das Umtelegraphieren auf dem Hauptgraphenamt und bei unseren Großfunkstationen auftreten können. gegangen ist die Neueinrichtung von der Entwicklung unseres Vers mit Nordamerika, der in der Hauptsache durch die Großstation **uen** vermittelt wird. Als dieser Verkehr im Jahre 1914 aufgemen wurde, arbeitete man mit einfachem Wechseldienst, indem man jeder Seite eine Antenne abwechselnd zum Senden und Empfangen utzte. Die Zunahme des Verkehrs machte aber schließlich die Einung des Gegensprechens erforderlich, also eines Verfahrens, bei man nach beiden Richtungen senden und empfangen konnte. Auch Erreichung dieses Zieles wurde erst durch weitere technische Fortitte ermöglicht, die vor allem in der Erfindung der Kathodenröhren n. Nunmehr war man imstande, bei der genannten Transradioriebzentrale das Senden und Empfangen im drahtlosen Überseekehr zu vereinigen, und diese neue Stelle wird als das „Großhirn" Kombination von drei Sendern und sieben Empfängern bezeichnet, denen die Großfunkstelle Nauen-Geltow besteht. Man wird in hster Zeit eine vierte Sendeeinrichtung hinzufügen, und es ist beders bemerkenswert, daß alle diese vier Sendestationen vollkommen bhängig voneinander benutzt werden können.

Eine breitere organisatorische Grundlage für den Ausbau eines heitlichen Weltfunknetzes wurde dann zu Ende des vergangenen res gelegt, als in Zusammenkünften von Vertretern der **großen nkengesellschaften Deutschlands, Amerikas, glands und Frankreichs** Vereinbarungen erzielt wurden, denen man ein gemeinschaftliches Vorgehen in der technischen, tschaftlichen und wissenschaftlichen Verwertung der drahtlosen Telehie erstrebte. Für Deutschland war ein Anschluß an internationale ressentengruppen schon früher dadurch erreicht worden, daß es gegen war, mit zwei amerikanischen Gesellschaften, der **Radio rporation of America** und der **Radio Communiion Co.**, zu einem Verkehrsabkommen zu gelangen.

Wenn man sich nun ein Bild von den großen Linien des zurzeit ehenden Weltfunknetzes machen will und dabei mit **Deutschland** beginnt, so muß man bedenken, daß uns zurzeit durch die wirtschaftlichen und auch politischen Hemmnisse für unsere Entwicklung noch ziemlich enge Grenzen gezogen sind. Vorläufig verfügen wir erst über eine Überseeverbindung, die sich in zwei Funklinien zwischen Deutschland und den **Vereinigten Staaten von Amerika** darstellt. Voraussichtlich im Frühjahr d. J. werden wir die Eröffnung einer zweiten Überseeverbindung, nämlich zwischen Nauen und **Buenos Aires**, erleben. Es ist aber darauf hinzuweisen, daß sich der Verkehr auf unserer derzeitigen einzigen Großfunkverbindung in einem Umfang entwickelt hat, der die größten Hoffnungen für die Zukunft, auch bezüglich der zu erwartenden Verbindung mit andern Ländern, rechtfertigen dürfte. Werden doch auf der deutsch-amerikanischen Linie bereits 18 000 Wörter täglich übermittelt. Beachtlich für unsere Stellung im Weltverkehr dürfte auch der Umstand sein, daß neben unseren beiden deutsch-amerikanischen Linien nur noch fünf weitere den europäisch-amerikanischen Verkehr vermitteln, und zwar je zwei von England und Frankreich und eine von Norwegen.

Was die **Vereinigten Staaten von Amerika** angeht, so sehen wir hier den weitesten Fortschritt in der praktischen Auswertung der drahtlosen Telegraphie. Die Grundlage für die Einrichtung des Weltverkehrs gibt eine neue Großstation, die auf Long Island bei New York neuerdings errichtet worden ist, die **New York Radio Central Station**, bei der der ganze Funkverkehr der nordamerikanischen Ostküste zusammengefaßt werden soll. Die Voraussetzung zu einer so weitgehenden Zentralisation ist die Tatsache, daß die oben schon genannte Radio Corporation of America fast den gesamten nordamerikanischen Funkdienst unter ihre Kontrolle gebracht hat, nachdem die englische Marconi-Gesellschaft sich aus diesem für sie früher so wichtigen Arbeitsgebiet hat zurückziehen müssen. Daß nach Europa sieben Funklinien gehen, hatten wir bereits erwähnt. In Vorbereitung ist zurzeit eine Verbindung mit Buenos Aires, während eine solche mit Colon (Panama) bereits in Betrieb genommen worden ist. Besonders bemerkenswert sind im weiteren die beiden (oben auch bereits erwähnten) pazifischen Linien, welche von Bolinas und San Diego an der Westküste ausgehen und eine Verbindung mit Funabashi (Japan) und Cavite (Philippinen) herstellen.

Neben den Vereinigten Staaten tritt naturgemäß **England** als Zentralpunkt großer Funklinien besonders hervor. Das Streben dieses Landes nach der Erlangung einer Art von Weltmonopol im Nachrichtenverkehr mußte sich auf dem Gebiet dieser modernsten Technik erst recht äußern. Immerhin muß man feststellen, daß man sich bei der Ausführung der großzügigen Pläne, die man noch vor nicht langer Zeit hatte, neuerdings doch eine gewisse Beschränkung auferlegt, indem man stufenweise vorgehen will. Zunächst will man sich darauf beschränken, einige Großstationen zu errichten, die einen unmittelbaren Verkehr zwischen England auf der einen Seite und Indien, Südafrika, Australien und Kanada auf der andern Seite ermöglichen. Zwischenstationen, die am Suezkanal, in Singapore, Hongkong und Ostafrika vorgesehen waren, kommen vorläufig nicht zur Ausführung. Man will sich hier zunächst mit kleineren Empfangstationen begnügen. Die zentrale Sendeanstalt auf englischem Boden ist Leafield in der Nähe von Oxford.

Auch **Frankreich** mußte sich auf den Ausbau eines großen internationalen Funknetzes einstellen, nachdem ihm der Krieg eine erhebliche Erweiterung seiner weltwirtschaftlichen Interessen gebracht hatte. Man plant, soweit man aus gelegentlichen Meldungen ersehen kann, Funklinien von Paris über die Vereinigten Staaten nach den französischen Besitzungen in Ostasien, ferner über Rußland und Japan nach den Vereinigten Staaten sowie unmittelbare Linien nach den afrikanischen Kolonien. Zur Durchführung dieser großen Projekte sind natürlich besonders leistungsfähige Großstationen erforderlich, und zu den vier bereits vorhandenen Stationen, Eiffelturm, Nantes, Lyon und Lafayette, wird demnächst eine neue Großanlage in St. Assise hinzutreten, die zur Überwindung der größten Entfernungen ausreichen soll. Bemerkenswert ist dann auch die Verbindung Lyon-Buenos Aires, die wohl im nächsten Frühjahr wird eröffnet werden können.

Von den Völkern des Fernen Ostens kommen für große Verkehrsbeziehungen natürlich nur **Japan** und **China** in Betracht. Das ehrgeizige **Japan** war auch hier voraufgegangen und hatte sich schon vor dem Kriege die Erfolge der deutschen Technik zunutze gemacht, indem es durch die Berliner **Telefunkengesellschaft** in Funabashi eine Großstation erbauen ließ. Nach dem Kriege gelang es denn auch der japanischen Technik, sich zu verselbständigen, und man baute in Tomioka eine neue Station. Als dritte und besonders leistungsfähige Anlage ist eine solche in Oshima (bei Nagasaki) vorgesehen, die zur Aufnahme eines unmittelbaren Verkehrs mit den Vereinigten Staaten ausreichen soll.

Was schließlich **China** angeht, so beobachtet man auch in diesem Lande Fortschritte, die man noch vor wenigen Jahren nicht für möglich gehalten hätte. Die durch den Krieg herbeigeführte innige Berührung mit Europa und Amerika hat auch hier neuzeitliche Gedanken geweckt, und die Schwierigkeiten, die sich der Erbauung von großen Funkanlagen aus Anlaß eines eifrigen Wettbewerbes zwischen amerikanischen und englischen Gesellschaften anfänglich entgegenstellten, sind inzwischen überwunden worden. Man hat den Bau von vier großen Stationen vorgesehen, und zwar in Shanghai, Canton, Peking und Harbin. Die erstgenannte Anlage soll eine Großstation allerersten Ranges werden. [W 177]

Dipl.-Kaufm. F. **Runkel**, Dozent an der Universität Köln.

Weltwährungs(Dollar)-Preistafeln.

Das starke Ansteigen des Dollarkurses im Januar und der Rückgang im Februar lassen in der deutschen Dollar-Preistafel die Preise zunächst unter den Friedensstand sinken, dann diesen wieder z. T. übersteigen (eine Ausnahme bilden die an der Börse gehandelten ausländischen Rohstoffe, wie Kupfer und Baumwolle, deren Preise sich unmittelbar nach dem Stande des Dollars regeln, wenngleich auch z. B. der Preis für Baumwolle der Steigerung des Dollarkurses bereits weit vorausgeeilt ist). Diese Unstetigkeit steht im scharfen Gegensatz zu der Ebenmäßigkeit der Preisentwicklung in England und Schweden (vergl. hierzu auch S. 29) und zeigt die ungeheuer schwierige Lage der deutschen Industrie gegenüber der des Auslandes.

Deutschland.

England.

Schweden.

BÜCHERSCHAU.

)ie Schlüsselzahl, die mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 2000).

nzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau. Herausgegeben von Ingenieur C. Volk, Berlin. Drittes Heft. Zahnräder, 1. Teil: Stirn- und Kegelräder mit geraden Zähnen. Von Dr. A. Schiebel, o. ö. Professor der Deutschen Technischen Hochschule in Prag. Zweite, vermehrte Auflage, mit 132 Abb. Berlin 1922, Julius Springer. Preis Gz. 4,5.

Die erste Auflage ist in dieser Zeitschrift 1913 S. 986 eingehend sprochen worden. Das dort ausgesprochene Lob gilt uneingeschränkt ch für die neue Auflage. Das Heft ist auch heute noch wohl das ste und Vollständigste, was überhaupt über Verzahnungen und Zahnder geboten wird. Ergänzt ist es gegenüber der ersten Auflage hauptchlich durch die eingehende Behandlung der allgemeinen Korrektur r Evolventenverzahnung mit Profilabrückung entsprechend den neueren itersuchungen von Fölmer und andern. Auch hier treten — wie beits in der ersten Auflage bei der Erörterung der Unregelmäßigkeiten s Ganges fehlerhafter Zahntriebe — klare mathematische Ableitungen die Stelle unklarer, gefühlsmäßiger sogenannter „Erfahrungswerte". Druck und Papier, insbesondere aber die ausgezeichneten Abdungen entsprechen den besten Erzeugnissen der Vorkriegszeit.

B 1512] Dr.-Ing. Karraß.

e Portlandzementfabrikation. Von Carl Naske. 4. Aufl. Leipzig 1922, Theod. Thomas. 469 Seiten mit 465 Abbildungen.

Das nunmehr in vierter Auflage vorliegende Werk ist bereits beim scheinen der ersten Auflagen in unserer Zeitschrift gebührend geirdigt worden (Z. 1903 S. 539 und Z. 1909 S. 71). Die letzte ereignische Zeit, die dem Erscheinen der vierten Auflage unmittelbar vorging, ist, wie der Verfasser im Vorwort mitteilt, der fortschreitenden twicklung der Portlandzementfabrikation nicht so ungünstig gewesen, man hätte befürchten können. Hindernisse und Einschränkungen er Art haben es nicht vermocht, den Erfindungsgeist der Ingenieure lähmen und den Drang nach Vervollkommnung der Arbeitsweisen zu terbinden. Demzufolge ist die Ausbeute an Neuerscheinungen und rbesserungen, die in der neuen Auflage mitgeteilt werden, keineswegs ring. An hauptsächlichen Neuaufnahmen sind zu erwähnen: Hammerhlen zur weitgehenden Zerkleinerung der Rohstoffe, einige neue Bauen von Dreiwalzmühlen und Verbundmühlen, selbsttätige Schachtn, Sonderbauarten von Drehöfen, Vorkehrungen zur erfolgreichen kämpfung der Staubplage bei Drehöfen und Trockentrommeln. Ebenist der Abschnitt „Beschreibung ausgeführter vollständiger Anlagen" rch die Darstellung einiger auf der Höhe der Zeit stehender Zementrke erweitert worden. Allerdings hat der Verfasser, um den Umfang Buches nicht zu stark anschwellen zu lassen, von den bisher gechten Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandnent des Auslandes nur diejenigen von Österreich, der Schweiz und ßland wieder mitaufgenommen, alle andern jedoch fortgelassen.

3 1542] Gr.

Wegebau. Von Dipl.-Ing. Dr. e. h. A. Birk, Professor an er Deutschen Technischen Hochschule in Prag. Dritter Teil:)er Tunnelbau. Zweite, erweiterte Auflage. Leipzig und Wien 922, Franz Deuticke. 126 S. mit 104 Abbildungen und 1 Tafel.

Der Band Tunnelbau des bekannten Lehrbuches des bewährten Versers behandelt in dem 113 Seiten umfassenden Hauptabschnitt Bergnnel die Tunnelquerschnitte, die Absteckung der Tunnelachse, den eitsplan und Bauvorgang mit eingehender Darstellung der Zimmegsarten, der verschiedenen Bauweisen und des Bauvorganges, den llenvortrieb und die Tunnelausmauerung. Zahlreiche Beispiele von den ßen Alpentunneln mit Abbildungen erläutern das Gesagte und zeigen Anwendung in der Praxis. Der zweite Abschnitt (13 Seiten) bringt einen zen Überblick über Entwurf und Bauweisen der Untergrundtunnel. bei der Besprechung des zweiten Bandes „Eisenbahnbau" des Lehrhes Gesagte (Z. 1922 S. 738) gilt auch für den „Tunnelbau". Das h gibt einen guten Überblick über das behandelte Gebiet und den ammenhang der einzelnen Bauarbeiten. Da es nur wenigen vernt ist, am Entwurf und Bau eines großen Alpentunnels mitzuarbeiten, de vielleicht in einer neuen Auflage ein Beispiel einer kleineren Ausung, unter Umständen auch eines bergmännisch hergestellten Kanales les), begrüßt werden. Manchem praktischen Eisenbahner würden e Angaben über Unterhaltung und Ausbesserung bestehender Tunnel . Wiederherstellung beschädigter Tunnel wertvoll sein.

1506] Dr.-Ing. Steuernagel.

mmlung Vieweg: Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenhaften und der Technik, Heft 61. **Entfernungs- und Höhenmessung der Luftfahrt.** Von Reg.-Rat Dr. W. Meißner. Braunschweig 22, Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges. 92 Seiten mit 67 Abb.

Soweit die Höhe von Luftfahrzeugen. etwa für die Abwehr vom oden aus, optisch ermittelt wird. können Entfernungsmesser wendet werden; die barometrische Höhenbestimmung hat n Wesen nach mit der Entfernung nur mittelbar zu tun. Damit illt das Buch, das „auf Veranlassung der Wissenschaftlichen Gesellft für Luftfahrt entstanden" ist, in zwei Teile. Eine gewisse Zwietigkeit zeigt sich auch in der Darstellung: Die physikalischen Grundn werden knapp. kritisch — Angaben über die Fehler der Höhenung aus dem Luftdruck vermißt man freilich trotz der eingehentheoretischen Vorbereitung einer solchen Kritik — und doch für wenig Eingeweihten verständlich dargelegt, die Beschreibung der eräte dagegen wird da, wo nicht die zahlreichen, mit Ausnahme er Rasteraufnahmen meist recht deutlichen Abbildungen helfen, nur dem Kenner der Artillerie-Zielgeräte wirklich klar werden. Die Gliederung nach Herstellerfirmen und Angaben über Lieferung mit verschiedenen Meßbereichen lassen allzusehr die Prospektquelle der reichhaltigen, ausführlichen, aber nicht genug vom „Gesichtspunkt des Praktikers" (so im Vorwort) aus gewürdigten Liste deutscher Entfernungs- und Höhenmesser erkennen. Von den zahlreichen Arbeiten über Steigflug und Steigwertung sind dem Verfasser die meisten entgangen, vor allem die in den „Technischen Berichten der Flugzeugmeisterei"; dort wurde z. B. (Bd. I S. 40) das Einheitsmaß der Steigfähigkeit erstmalig und weniger mißverständlich als hier auf S. 48/49 festgelegt. Auch maschinentechnisch und optisch wäre noch dies und jenes zu bemängeln. Statt dessen sei in einer Zeitschrift, die sich um die Reinheit der technischen Sprache und um die Wirtschaftlichkeit des geistigen Arbeitens aufopfernd müht, erlaubt, ganz allgemein zu fragen: Müssen Kaufmannstil und Zeitungsdeutsch in unser technisches und wissenschaftliches Schrifttum mehr und mehr eindringen? Und: Können Verleger und Zeitschriften dem eiligen Leser nicht dadurch entgegenkommen, daß sie die Verfasser zu Unterschriften unter ihren Abbildungen veranlassen?

Trotz dieser Anstände heißen wir das Büchlein als zusammenfassende Darstellung der Entfernungs- und Höhenmeßgeräte willkommen; es fehlt ja an solchen Werken für das vielgestaltige Fach Luftfahrtmeßgeräte. Besonders erwünscht wird der dritte Abschnitt über neuere unerprobte Verfahren sein, der kurz die akustische, die unmittelbare elektromagnetische und funktelegraphische Höhenbestimmung, jedoch nicht die mit Sonden, endlich das drahtlose Entfernungs- und Richtungsmessen mit allgemeinen Erläuterungen über elektrische Wellen behandelt. [B 1504] Everling.

Kapillarchemie. Eine Darstellung der Chemie der Kolloide und verwandter Gebiete. Von Prof. Dr. Herbert Freundlich, Mitglied des Kaiser-Wilhelm-Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie. Zweite Auflage. Leipzig 1922, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1181 Seiten mit 157 Abb. im Text und auf Tafeln und 192 Zahlentafeln.

Das auf dem Gebiete der Kapillar- und Kolloidchemie führende Werk von Freundlich liegt nunmehr in zweiter Auflage vor. Schon rein äußerlich spiegelt sich die Entwicklung des darin behandelten Forschungszweiges in dem stark angewachsenen Umfang wieder: gegenüber den etwa 600 Seiten der ersten Auflage im Jahre 1909 sind es heute über 1100. Um so bewunderungswürdiger ist die Art, in der die Fülle des Stoffes, die jeden Rahmen zu sprengen droht, bewältigt ist. Die Einteilung ist im wesentlichen geblieben: Da die physikalische Chemie der Kolloide ihr besonderes Gepräge dadurch erhält, daß es sich dabei um zweiphasige Systeme mit ungeheurer Entwicklung der Grenzflächen handelt, und die Eigentümlichkeiten der Kolloide darauf beruhen, daß eben wegen der Größe der Trennungsflächen die an ihnen auftretenden Kräfte für das Verhalten von ausschlaggebender Bedeutung werden, so ergibt sich zwanglos eine Zweiteilung des Werkes. Im ersten Teil werden die Grunderscheinungen an Grenzflächen ausführlich besprochen und damit die Grundlage für den zweiten Teil gelegt, der dann jene komplizierten, zum Teil auch durch hohe technische Bedeutung ausgezeichneten Systeme behandelt, die wir unter dem Namen Kolloide zusammenfassen. Im einzelnen stellt die zweite Auflage freilich eine gründliche Neubearbeitung und Erweiterung der ersten Auflage dar, nicht nur, weil das reiche Tatsachenmaterial, das in den zwischen beiden Auflagen liegenden Jahren neu hinzugekommen ist, kritisch verarbeitet worden ist, es ist vielmehr auch eine Anzahl Abschnitte in das Werk neu aufgenommen; so sind z. B. in besonderen Kapiteln behandelt die Vorgänge beim Kristallisieren und die Brownsche Molekularbewegung. Es bedarf für denjenigen, der schon die erste Auflage auf sich hat wirken lassen, kaum des Hinweises, daß auch in der neuen Auflage der Verfasser sich nicht damit begnügt, das vorliegende Material an Versuchen und Theorien zusammenfassend darzustellen, sondern daß er überall bestrebt ist, auf der Grundlage unumschränkter Beherrschung des Stoffes allgemeine Gesichtspunkte zur Geltung zu bringen und zu neuen Fragestellungen anzuregen. Ganz besonders verdient die bei der gewaltigen Menge des Tatsachenmaterials doppelt rühmenswerte Flüssigkeit der Darstellung hervorgehoben zu werden, die den Leser immer von neuem zu fesseln weiß. So läßt sich voraussagen, daß das Werk von Freundlich auch in der neuen Gestalt seinen großen Einfluß auf die Weiterentwicklung der Kolloidchemie fernerhin ausüben wird.

[B 1527] H. Braune.

Hütte, Taschenbuch für Eisenhüttenleute. Herausgegeben vom Akademischen Verein Hütte, E. V. 2. Aufl. Berlin 1922, Wilhelm Ernst & Sohn. 963 S. mit 511 Textabb. Preis

Das Erscheinen der zweiten Auflage des Taschenbuches für Eisenhüttenleute ist durch den Krieg stark verzögert worden, da die bereits weit gediehenen Vorarbeiten bei Kriegsausbruch abgebrochen und die Abschnitte dann später zum Teil völlig neu bearbeitet werden mußten. Das Buch, dessen erste Auflage in Z. 1911 S. 436 eingehend gewürdigt worden ist, hat durch die Bearbeitung gegenüber der ersten Auflage noch weiter gewonnen. Die Längen der einzelnen Abschnitte sind nunmehr ihrer Bedeutung entsprechend sorgfältig untereinander abgeglichen, und Lücken sind ausgefüllt worden.

Das Buch umfaßt folgende Abschnitte: Hilfswissenschaften, Feuerungskunde, Anlage von Hüttenwerken, Hüttenmaschinenwesen, Eisen- und Stahlerzeugung und Gießerei, Weiterverarbeitung, Nebenbetriebe,

Tafeln. Im maschinentechnischen Teil sind eine Reihe Konstruktionsangaben, die in dem Buch nicht angebracht erschienen, fortgelassen worden, auch ist der Abschnitt über Kolbendampfmaschinen weggeblieben. Durch diese und ähnliche Maßnahmen hat man Raum für andere wichtige Abschnitte, wie Eisenerze und ihre Lagerstätten, Feuerungsanlagen, Wärmewirtschaft, wirtschaftliche Betriebsführung u. dergl., gewonnen. So ist es möglich gewesen, den Umfang des Buches bei zweifelloser Bereicherung für den Hüttenmann in demselben Umfang wie bei der ersten Auflage zu belassen. Hervorzuheben ist das sorgfältig durchgeführte Sachverzeichnis, das ein systematisches Inhaltsverzeichnis aller in dem Buch enthaltenen Zahlenangaben umfaßt und den Stoff rasch und bequem zugänglich macht. Sehr erfreulich ist ferner die durchgehende Betonung wirtschaftlicher Fragen nicht nur in den Abschnitten über Wärmewirtschaft, Werkanlagen usw., sondern auch bei der Durcharbeitung aller übrigen Abschnitte.

Das Buch ist in der neuen Auflage unter Vermeidung der zuerst hier und da vorhandenen Mängel in eine äußerst brauchbare Form gebracht worden und wird jedem Hüttenmann und namentlich auch dem im Eisenhüttenwesen beschäftigten Maschinenbauer sehr willkommen sein.

[B 1531] Gr.

Sammlung Göschen, Bd. 226: **Geschichte der Mathematik.** Von Dr. H. Wieleitner. Teil I: Von den ältesten Zeiten bis zur Wende des 17. Jahrhunderts. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 136 S. Preis geb. Gz. 1.

Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen. Band IV: **Die mathematischen Hilfsmittel des Physikers.** Von Dr. E. Madelung. Berlin 1922, Julius Springer. 247 S. mit 20 Abb. Preis Gz. 2,25, geb. 10.

Lehrbuch der Chemie. Von Prof. M. Trautz. 2. Bd.: Zustände. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 634 S. mit 380 Abb. und 9 Tafeln. Preis Gz. 20.

Sammlung von Beispielen und Aufgaben aus der Technischen Mechanik und Festigkeitslehre. Von P. Menert. Teil I: Reine Bewegungslehre. Leipzig und Wien 1922, Franz Deuticke. 89 S. mit 40 Abb. Preis Gz. 2.

In dem zunächst für Schüler bestimmten Buch ist das Hauptgewicht auf Klarheit in der Durchrechnung der Beispiele gelegt. Am Anfang jedes Kapitels sind die wichtigsten für die Berechnung nötigen Formeln zusammengestellt, so daß das Buch auch als Formelsammelwerk von Wert ist.

Het uitbalanceeren van dorschtrommels en andere snelroteerende Machinedeelen. Von Ing. M. W. Polak. Wageningen 1923, H. Veenman & Zonen. 25 S. mit 7 Abb.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 5. Teil: **Der Eisenbahnbau.** 5. Bd. X. Kapitel. 2. Abt. **Heizung und Lüftung der Bahnhofshochbauten.** Von Baurat C. Guillery. Leipzig 1922, Wilhelm Engelmann. 135 S. mit 82 Abb. und 2 Tafeln.

Behandelt sind die für den Sonderzweck in Betracht kommenden wissenschaftlichen Grundlagen, Ofen- und Sammelheizungen, Anordnung und Bauausführung der Lüftungsanlagen.

Der Fabrikbau nach neuzeitlichen Grundsätzen. Von Dr.-Ing. R. Hauer. Leipzig 1922, Uhlands technische Bibliothek. 154 S. mit 137 Abb.

Das für Architekten und Ingenieure, aber auch für den Bauherrn geschriebene Buch behandelt nur die Fabrikgebäude im engeren Sinne, also mit Ausschluß aller Nebenbauwerke. Ebenso ist von zusammenhängenden Beschreibungen ausgeführter Anlagen abgesehen worden.

Chemische Technologie in Einzeldarstellungen. **Heizungs- und Lüftungsanlagen in Fabriken.** Mit besonderer Berücksichtigung der Abwärmeverwertung bei Wärmekraftmaschinen. Von Prof. Obering. V. Hüttig. 2. Aufl. Leipzig 1923, Otto Spamer. 420 S. mit 157 Abb. und 22 Tafeln. Preis Gz. 15, geb. 19.

Der Kranbau. Von Dr. techn. R. Dub. 2. Aufl. Wittenberg (Bez. Halle) 1922, A. Ziemsen. 512 S. mit 623 Abb. und 26 Tafeln. Preis geb. Gz. 10.

Wir verweisen auf die Besprechung der ersten Auflage in Z. 1922 S. 409. Die dort gemachten geringfügigen Ausstellungen sind in der neuen Auflage berücksichtigt.

Verschiebebahnhöfe in Ausgestaltung und Betrieb. Sonderausgabe der „Verkehrstechnischen Woche", herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. Blum, Dr. rer. pol. Baumann und Dr.-Ing. Müller. Berlin 1923, Guido Hackebeil A.-G. 97 S. mit Abb. Preis 2000.

Die Schule der Maschinisten, Heizer, Elektriker und deren verwandter Berufe. Von Ing. J. Feldmann. Wien und Leipzig 1923, Anzengruber-Verlag. 128 S. und 10 Tafeln.

Lehrbuch der Elektrotechnik. Von Esselsborn. 2. bis 7. A[ufl.] 1. Band: Allgemeine Elektrotechnik, Elektr[o]technische Meßkunde. Elektrische Maschin[en] und Apparate. Von K. Fischer, K. Hohage und W. Meyer. Leipzig 1922, Wilhelm Engelmann. 753 S. mit 924 A[bb.] Preis geh. Gz. 16, geb. 19,50.

Die Elektrizität in Metallen. Von Karl Siebel. Sammlung View[eg] Heft 62. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn. 97 S.

In dem Buch werden nach einer Übersicht über die bisherigen F[or]schungsergebnisse die Forschungen der jüngsten Zeit behandelt, [die] verschiedenen Versuche, auf teilweise ganz neuen Wegen zu einer El[ek]tronentheorie der Metalle zu gelangen, werden kurz geschildert, [und] schließlich wird hie und da auf die Lücken aufmerksam gema[cht,] welche die Forschung nach Ansicht des Verfassers noch zu schlie[ßen] hat. In diesem Sinne werden die Leitung der Elektrizität, die ther[mo]elektrischen Erscheinungen und die galvanomagnetischen und ther[mo]magnetischen Wirkungen behandelt. Das verständlich geschrieb[ene] Buch, das sich hinsichtlich mathematischer Formeln nur auf das N[ot]wendigste beschränkt, ist für eine Einführung in das Wissensgebiet [und] zur Gewinnung einer Übersicht über den Gegenstand der Forschung [zu] empfehlen.

Deutscher Kalender für Elektrotechniker 1923, begründet von F. Uppborn, 40. Jahrgang, herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. h. c. G. Dettmar. München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 652 S. mit 272 A[bb.] und Kalender. Preis Gz. 4,8.

Neben dem vorliegenden Hauptteil ist ein Ergänzungsband z[um] Preise von Gz. 20 erschienen, der die Abschnitte enthält, die s[ich] auf Jahre hinaus nicht ändern, und der neben dem Hauptteil auf l[än]gere Zeit Verwendung finden kann.

Einführung in die Lichtbildkunst. Theoretischer und praktischer L[eit]faden der Photographie und Lehrgang der Photographischen War[en]kunde. Von Prof. Dr. V. Pöchl. Stuttgart 1922, Ferdinand En[ke.] 265 S. mit 225 Abb. und 5 Tafeln. Preis Gz. 3.

Nicht ein für Anfänger und Liebhaber brauchbares Lehr- [und] Regelbuch, sondern ein auch für Lehrer und Wissenschaftler bestimm[tes] Nachschlagwerk von dauerndem Wert.

Photographischer Bücherschatz Bd. XV: **Die Blitzlicht-Photograp[hie.]** Von Dr. H. Beck. 5. Aufl. Leipzig 1923, Ed. Liesegang. 136 [S.] mit 50 Abb. und 1 Tafel. Preis Gz. 3,60, geb. 4,60.

Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene Heft 10: **In[ter]nationale Übersicht über Gewerbekrankheiten,** nach den Berich[ten] der Gewerbeinspektoren der Kulturländer über das Jahr 1919. [Von] Dr. L. Teleky und Prof. Dr. E. Brezina. Berlin 1922, Ju[lius] Springer. 118 S. Preis Gz. 420.

Der Gewinnbeteiligungsgedanke und seine Grundlagen. Von J. Lippert. Berlin 1922, Julius Springer. 73 S. Preis Gz. 2.

Dreisprachenführer für Kohle und Koks. (Deutsch-Englisch-Französis[ch.]) Von H. te Laake. Essen 1922, G. D. Baedeker. 18 S.

Adreßbuch und Bezugsquellen-Register des gesamten deutschen elek[tro]technischen Gewerbes 1923. 10. Aufl. Leipzig 1923, Schulze & [Co.] Preis Anfang Februar 18 000 ℳ.

Handbuch für den Verkehr mit Deutsch- und Polnisch-Oberschles[ien.] Herausgegeben von der Verkehrsabt. der Handelskammer in Opp[eln.] Beuthen O.-S. 1923, Kirsch & Müller G. m. b. H. 352 S.

Bestimmungen über Personen-, Fracht- und Postverkehr, Zolläm[ter,] Gerichte und Kommissionen.

Kaindls Reklame-Bücherei 4. Bd.: **Firmenzeichen, Schutzmarken, Wa[ren]zeichen, Handelsbezeichnungen aus der elektrotechnischen Indus[trie.]** Wien 1922, J. J. Kaindl. 137 S.

Praktische Werkspolitik. Von J. Winschuh. Berlin 1923, Spaeth & Linde. 204 S. Preis Gz. 3 60.

Darstellung einer planmäßigen Arbeitspolitik im modernen Fab[rik]betrieb.

Probleme der wirtschaftlichen Lokomotiven. Von Dipl.-Ing. A. Schlest. Leipzig und Wien 1923, Franz Deuticke. 152 S. mit 61 A[bb.] und 2 Tafeln.

Taten der Technik. Von H. Günther. Lfg. 4 bis 10. S. 113 bis [...] Mit vielen Abbildungen und 7 farbigen Tafeln. Schluß des er[sten] Bandes.

Das Sonnenkraftwerk bei Meade — Die Entwicklung der Eisenba[hn]sicherungen — Der Kreisel im Dienste der Technik — Hochhäuser [und] Wolkenkratzer — Schnellverkehr im Draht — Das Geheimnis der Met[all]fadenlampe — Selbsttätige Leuchtfeuer — Die Heißdampf-Lokomotive — Die Eroberung der Wüste (s. a. Z. 1922 S. 1124).

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES.

Die dreiundsechzigste Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure

findet am **17 und 18. Juni 1923** in **Mannheim** statt.

Der Hauptversammlung geht eine Versammlung des Vorstandsrates am 16. Juni in Mannheim voran.

Anträge, die in diesen Versammlungen zur Verhandlung kommen sollen, sind gemäß §§ 35, 37 und 46 der Satzung spätest[ens] bis zum 24. März d. J. schriftlich bei der Geschäftstelle einzureichen.

Die Tagesordnung wird rechtzeitig veröffentlicht werden.

Dr. G Klingenberg,
Vorsitzender des Vereines deutscher Ingenieure.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 9 SONNABEND, 3. MÄRZ 1923 BD. 67

INHALT:

Neue Werkzeugmaschinen auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1923.

Von Dr.-Ing. Hans D. Brasch, Dresden.

Übersicht über die auf der Technischen Messe in Leipzig vorgeführten Bearbeitungsmaschinen und ihre wichtigsten Neuerungen.

Die diesjährige Leipziger Messe steht, was die ausgestellten Werkzeugmaschinen in der großen Betonhalle anbelangt, unter dem Zeichen der Sondermaschinen. Der auf allen Zweigen der Industrie lastende wirtschaftliche Druck ingt immer mehr zu letzter Ausnutzung der Betriebsmittel, und te Kreise haben bereits erkannt, daß dies nur mit Hilfe jener lreichen Sonderarten von Bearbeitungsmaschinen möglich ist, en Bau sich viele tsche Unternehmun- in den jüngsten ren zur vornehmsten fgabe gemacht haben. Anschaffung derarer Sondermaschinen ntsich nicht nur unter Gesichtspunkt, daß bei erhöhter Produkmeist in kürzerer Zeit eschrieben werden nen, sie wird zweios auch von dem Beeben begünstigt, alle kommenden Einnah und Gewinne mögst rasch wieder in benden Betriebsmit anzulegen — wozu dauernde Krank unserer Währung ngt.

Der Gedanke der Zumenfassung mehre Arbeitsgänge bei der stellung von Massenen für die Automobil-, enbahn-, Armaturen- und Kleineisen-Industrie liegt der mehrdligen Bohrmaschine „Phönix“, Abb. 1, zugrunde, die von Haberg & Zinsen ausgestellt ist. Diese Maschine, dreistufig und unmittelbarem elektrischem Einzelantrieb ausgerüstet, gestattet chzeitig eine große Anzahl von Löchern zu bohren. Größere riken sind sogar dazu übergegangen, durch Gruppierung von rmaschinen zu Bohrmaschinenstraßen die Herstellung von zelteilen, z. B. Automobilzylindern, in Reihen wirtschaftlicher etreiben. Die Bohrmaschinen werden für verschiedene Bohreiten eingestellt, auch die Werkstücke finden in kipp- und baren Vorrichtungen Aufnahme. Nachdem die erste Maschine Seite gebohrt hat, wird die fahrbare Vorrichtung geschwenkt unter die zweite Maschine gebracht, und so wandert die richtung von Maschine zu Maschine, bis das Stück, fertig hrt, die letzte Maschine verläßt. Die bekannten bestehenden nderausbohrmaschinen nach amerikanischem Vorbild mit chiebbaren Bohrspindeln lassen keine ausreichend sichere Bauart der einzelnen Spindelstöcke zu, während die neue Maschine in dieser Hinsicht allen Anforderungen eines Schnellbetriebes entspricht. Der Ständer trägt in langen sicheren Führungen den Ständerschlitten, auf den nach dem anzufertigenden Werkstück ein Bohrspindelstock mit unveränderlich fest gelagerten Bohrspindeln aufgeschraubt wird. Diese starre Lagerung bietet die Möglichkeit, eine lange Spindelführung zu schaffen, die genaue Arbeit ergibt.

Z23/81

Abb. 1. Mehrspindel-Bohrmaschine „Phönix“ von Habersang & Zinzen.

Bei einer ähnlichen Maschine mit großem Drehtisch, Abb. 2, sind die Bohrspindeln, die durch Stirnräder von der Hauptspindel angetrieben werden, mit Hilfe von Kardangelenken nach Belieben einstellbar; zu diesem Zweck ist der Bohrspindelstock mit großen Aussparungen für die Hand des Arbeiters versehen. Der vor der Maschine stehende große Drehtisch nimmt Vorderachsen für Fahrzeuge in Spannvorrichtungen auf. Die Bohrmaschine hat sechs Spindeln, wovon zwei für das Bohren, zwei weitere mit verminderter Umlaufzahl zum Abflächen der gebohrten Warzen, und zwei Spindeln, die ebenfalls langsamer laufen zum Aufreiben dienen. Bei jedesmaligem Weiterschalten des Tisches ist also eine Vorderachse an einer Seite fertiggestellt. Von wesentlichem Vorteil für die rasche Bearbeitung ist eine halbselbsttätige Einrichtung, die den Spindelstock in seine Anfangstellung nach oben zurücklaufen läßt, wo er stehen bleibt, nachdem er die durch Anschlag begrenzte Bohrtiefe erreicht hat. Eine schwenkbare Vorrichtung, die aus einem Tisch mit drehbaren Platten besteht, Abb. 3, gestattet, während die Maschine bohrt, auf der andern Seite des Drehtisches gebohrte Werkstücke durch ungebohrte zu ersetzen, wodurch die Spannzeiten fast völlig wegfallen.

Eine neue Wagerecht-Bohrmaschine, Abb. 4, hat die Firma de Fries & Co. A.-G. ausgestellt. Die in der Anzahl auf das äußerste Maß beschränkten Hebel und Handräder sind ausschließlich an der Vorderseite des vollständig eingedeckten Spindelkastens angebracht und so sinngerecht in den Bewegungen, daß sie für den Arbeiter übersichtlich und leicht zu betätigen sind. Die

Abb. 2. Mehrspindel-Bohrmaschine mit großem Drehtisch zum gleichzeitigen Bohren, Abflächen und Aufreiben von Vorderachsen.

Bewegungen des Ständers, des Spindelkastens und der Bohrspindel haben selbsttätigen Vorschub und Eilbewegung, wobei eine Sicherheitsauslösung das Überfahren der Endstellungen verhindert. Zum Feinverstellen dient ein Handrad vorn am Beobachtungsstand des Arbeiters. Die Planscheibe mit Innenzahnkranz, an der man große Fräserscheiben festschrauben kann, hat eine neue axiale Schnittanstellung für Handbetrieb, die rd. 45 mm beträgt. Der Bohrbereich der ganzen Bohrspindel läßt sich durch einen Nachschub im Führungslager am Ausleger bis auf 2100 mm vergrößern. Die Maschine ist mit Rechts- und Linkslauf der Bohrspindel ausgestattet, damit man eine Gewindeschneid-Einrichtung mit Wechselrädern einbauen und Gewinde von 2 bis 300 mm oder 1/2 bis 12 Zoll schneiden kann. Zum Antrieb dient ein 12 PS-Motor. Der Spindelkasten ist mittels abnehmbaren Deckels leicht im Innern zugänglich. Die auf breiten Gleitbahnen liegenden Führungen haben kegelige Leisten - Schmalführungen zum Nachstellen, und die obere Bettfläche ist vollständig geschlossen, so daß sich innen Späne, Schmutz usw. nicht abzusetzen vermögen und der Arbeiter sie leicht begehen kann.

Abb. 3. Mehrspindel-Bohrmaschine. Tisch mit drehbarer Platte.

Von Fräsmaschinen fällt die neue Biernatzki-Hochkraft-Universalfräsmaschine von Biernatzki & Co., Abb. 5, durch ihren eleganten geschlossenen Aufbau vorteilhaft auf. Die Frage des gefälligen Äußeren drängt sich, wie man beobachten kann, bei unsern Werkzeugmaschinen immer mehr in den Vordergrund. Man verlegt alle getrieblichen Teile nach innen und verkapselt den ganzen Antrieb, ersetzt die schwirrenden Transmissionen durch den elektrischen Einzelantrieb, und all dies wirkt sich wohltätig auf das Werkstattbild und dadurch konzentrierend und leistungsfördernd auf den Arbeiter aus. Die Maschine kann bis zu 12 kg/PSh zerspanen. Den Antrieb liefert ein Gleichstrommotor der Siemens-Schuckert Werke von 220 V und 3,5 PS. Der Vorschub ist zwischen 10 und 367 mm/min regelbar, die Schnittgeschwindigkeit, die mittels Handrades geregelt wird, da der Anlasser unmittelbar im Gestell eingebaut ist und sofort auf die Drehzahl des Motors wirkt, kann zwischen 5 und 35 m/min gewählt werden. Die Anordnung des Räderkastens für den Hauptantrieb ist derart, daß stets das eine Räderpaar außer Eingriff kommt, bevor das andere zum Eingriff gelangt, wodurch einer Bruchgefahr vorgebeugt wird. Um stoßfrei umschalten zu können, bremst man das Getriebe mittels eines Fußhebels, der mit dem Einrückhebel verbunden ist. Hierdurch wird das Rädergetriebe in langsame Umdrehung versetzt und dabei umgeschaltet. Den Vorschub löst eine Zahnkupplung von großem Durchmesser aus. Da hinter dieser bis zur Vorschubspindel Rädervorgelege von 1 : 10 Gesamtübersetzung liegen, ist der Druck auf die Kupplungszähne auch bei schwersten Schnitten gering, so daß sie sich nicht festklemmen. Beim Vorschubräderkasten, Abb. 6, werden die Bewegungen durch einfache Ausrückbolzen und zwei verstellbare Anschläge betätigt; eine gegenseitige Verriegelung sorgt dafür, daß keine falschen Bewegungen eingeschaltet werden können.

De Fries & Co. zeigen eine ebenfalls für schwere Leistungen geeignete Keilnuten-Fräsmaschine, Abb. 7, die sich zum Langlochen oder zum Planfräsen eignet. Die Nuten werden vollständig selbsttätig bearbeitet, indem zunächst mit dem Formfräser ein Loch mit der gewünschten Nutenbreite und Nutentiefe gefräst wird. Nachdem die Nutentiefe erreicht ist, rückt der senkrechte Vorschub selbsttätig aus[1]), während der Wagerechtgang sich einschaltet und die Nut in einem Schnitt fertig fräst. Die Fertigstellung wird durch Glockenzeichen gemeldet. Die Arbeitspindel läuft in einer senkrecht verschiebbaren Spindelhülse und erhält ihren Antrieb von der Hauptwelle je nach der Schwere der Maschine durch nachstellbare Riemen oder durch Räderübersetzungen. Die Planfräsvorrichtung, Abb. 8, besteht aus einem besonderen Vorschub- und Antriebkasten, der die notwendigen Vorschübe und Geschwindigkeiten erzeugt.

Für Maschinen mit drehender Hauptbewegung des Werkstückes zeigen Sondermann & Stier einen neuen Revolverkopf, Abb. 9 und 10. Die meisten bekannten Revolverköpfe sind infolge ihrer verwickelten Bauart teuer und schnellem Verschleiß unterworfen sowie in der Bedienung unvorteilhaft, da sie zwei Handgriffe für das Lösen und Weiterschalten des Kopfes erfordern. Bei der neuen Bauart erfolgt beides durch einen Handgriff und in einem Zuge. Bei langen und im Gewicht ungleichen Werkzeugen kann der Kopf nach dem Lösen der Feststellung auch nicht unbeabsichtigt herumschlagen, da ein fester Anschlag die Drehung des Kopfes über ein bestimmtes Maß hinaus verhindert. Auch kann man den Kopf nach Anheben eines Mitnehmerbolzens beliebig weit mit der Hand vorwärts und rückwärts drehen, was Vorteil bietet, wenn die eingesetzten Werkzeuge außer der Reihe benutzt werden sollen. Der Kopf wird nicht nur an einer, sondern stets an zwei einander gegenüberliegenden Stellen seines Umfanges durch Knaggen gehalten, die an einem Stahlring sitzen und mit seitlichen Kegelflächen den Kopf einmitteln. Diese Knaggen werden in entsprechende Aussparungen in den am Revolverkopf-Schlitten befindlichen Stahlring beim Festziehen des Kopfes eingepreßt. Die zentrale Einspannung der Werkzeuge wird ebenfalls durch eine Neuerung gewährleistet; die Werkzeuge werden nämlich nicht einseitig durch Schraubendruck in den Werkzeuglöchern fest geklemmt, liegen vielmehr in oben offenen Schlitzen, in die Keile mittels Schrauben gedrückt werden.

Abb. 4. Wagerecht-Bohrmaschine von de Fries & Co. A.-G.

Die Firma Auerbach & Co. G. m. b. H. stellt eine leichte Optiker-Revolverbank aus, deren Arbeitsspindel mit Rücksicht auf den fast ständig zur Anwendung gelangenden Schnellauf be-

[1]) D. R. P.

bb. 5. Hochkraft-Universalfräsmaschine von Biernatzki & Co.

Abb. 6.
Vorschubräderkasten der Universalfräsmaschine von Biernatzki & Co.

Abb. 8 Planfräsvorrichtung zu der Keilnutenfräsmaschine von de Fries & Co. A.-G.

Einrichtung zum Planfräsen.
Der Einrichtung zum Planfräsen steht mit Hilfe einer großen Räderübersetzung eine besondere Umdrehungszahlenreihe für die Frässpindel zur Verfügung. Es ist hierbei der Hebel *a* in Stellung *II* zu bringen.
Außerdem sind die großen Vorschübe durch den besonderen am Bettende befindlichen Vorschubkasten einzuschalten; der Hebel *b* ist zu lösen, die Kupplung durch den Hebel *c* einzurücken und die Vorschubgröße durch den Knopf *d* einzustellen. *b*) Bremshebel zur Längsbewegung des Schlittens, *x* und *y*) Hebelstellungen zum Frässpindelantrieb.

›nders sorgfältig gelagert ist. Sie besteht aus Gußstahl und reht sich in glasharten Lagern, wodurch ein spielend leichter nd genauer Lauf erzielt wird. Der dreistufige Spindelstock efert zusammen mit zwei Gangarten im Deckenvorgelege sechs eschwindigkeiten. Den Revolverschlitten mit Längs- und Planewegung kann man bei zentralen Arbeiten augenblicklich aushalten, indem man einen Zeiger zum Einfallen bringt, der elbsttätig die Mittelstellung findet. Die Längsbewegung auf dem ett hat Zahnstangenantrieb und eine Anschlagtrommel vorn am ett; diese trägt für jedes Werkzeug getrennt einstellbare Anhläge, während man mittels der Stellschrauben am Revolveropf jedes Werkzeug gesondert fein einstellen kann. Von benderen Einrichtungen ist die zum Schneiden mehrgängiger Geinde und zum selbsttätigen Ausschalten des Gewindestrehlers u erwähnen, bei welcher die Länge des zu strehlenden Geindes mittels eines Anschlages am Aufleger beliebig einstellbar t. Ist die Länge des Gewindes erreicht, so wird der Strehler us dem Gewindegang ausgehoben und durch ein Gewicht mit chnur und Rollen in seine Anfangsstellung zurückgebracht. Hierei wird die Gewindepatrone um einen Gang weitergeschaltet, › daß der Strehler einen neuen Gewindegang zu bearbeiten hat, is sämtliche Gänge fertig gestrehlt sind. Ist das Gewinde durch nsätze begrenzt, so wird der Strehler augenblicklich ausgehoben, amit diese nicht durch den Strehler beschädigt werden.

Der vom Samsonwerk, Berlin, wieder[1]) ausgestellte Automat ir Formperlen aus Holz, Bakkelit, Galalit usw. kann ohne Fanghalen und Füße in Reihen auf Werktischen oder T-Trägerestellen aufgebaut werden, so daß die Späne in untergestellte asten fallen. Bemerkenswert ist der Fertigschneidstahl, der urch eine Führungsrinne die fertigen Stücke in einen Kasten itet. Auch bei dieser Maschine sind die Lagerungen des Spinelkastens wegen der hohen Umlaufzahl der Arbeitspindel sorgltig ausgebildet. Der Spindelkasten ist mit Fest- und Losheibe sowie mit Ausrücker versehen und wird unmittelbar vom eckenvorgelege aus angetrieben.

Schuchardt & Schütte haben eine selbsttätige Nutenziehaschine ausgestellt, deren Triebwerk im hohl gegossenen änder ruht. Dieser trägt den drehbaren Rundtisch, auf m das Werkstück befestigt und zentriert wird. Auf einer eiten Gleitbahn hinter dem Tisch ist ein Führungsarm anordnet, der während der Rücklaufbewegung des Stahls selbsttig auf der Gleitbahn verschoben wird, indes das Werkzeug m Arbeitstück zurückweicht, damit seine Schneidkanten gehont werden. Das auf Zug arbeitende Werkzeug wird in einer inden Stange befestigt; die unter und über dem Werkzeug gehrt ist. Der Hub der Zahnstange ist einstellbar; ein Anhlag mit Feineinstellung sichert stets die gleiche Nutentiefe. n Kulissengetriebe erzeugt beschleunigten Rücklauf des Werkugs. Die Spananstellung ist selbsttätig; nachdem die Nutenfe erreicht ist, wird der Antrieb durch Fallschnecke ausgest. Damit man mehrere Nuten auf dem Umfang eines Werkückes schneiden kann, ist der Tisch mit Teilscheibe versehen, e sich nach jedem Hub selbsttätig weiterdreht.

Die Schleiftechnik entwickelt sich immer mehr zu nem umfassenden Sondergebiet für alle Fertigarbeiten der Mellindustrie. Die Hochkraftschleifmaschinen ersetzen das Ferdrehen und Schlichten des Drehers und das Fertighobeln ebener ücke, wobei erheblich an Zeit gespart wird, s. Zahlentafel 1 und Abb. 11. Die Rundschleifmaschine der Fortuna-Werke, Abb. 12, bezweckt mehr höchste Genauigkeit als hohe Spanleistung. Die Stufen des Werkstückantriebes sind sämtlich ins Deckenvorgelege gelegt, von wo die Bewegung mittels Trommelvorgeleges auf die Werkstückspindel übertragen wird. Dies ergibt zwar eine etwas verwickelte Anhäufung von Riemen, Riemenspannern (der kurzen Riemen wegen) und Riemenumlegern, vereinfacht jedoch die Übersicht und die Wartung der Spindelstöcke an der Maschine selbst erheblich. Der Tisch ist mit der Oberfläche nach hinten geneigt, Abb. 13, wodurch man außer großer Festigkeit und guter Aufnahme des Schleifdrucks gutes Ablaufen des Wassers und volle Ausnutzung der Spitzenhöhe auch bei Anwendung von Spritzblechen ermöglicht. Die Spannuten sind gegen die obere Fläche des Tisches schräg gestellt, so daß alle Aufsätze gegen die obere und gegen die vordere Führungsfläche des Tisches gezogen werden und genau sitzen. Der Getriebekasten des Tisches ist soweit mit Öl gefüllt, daß die unteren Räder dauernd in Öl laufen. Die oberen Lager werden aus einer Zentralschmierung in der vorderen Schloßplatte gespeist. Die Beistellung, die selbsttätig bei jeder einzelnen oder jeder zweiten Tischumkehr erfolgt, ist zwischen 0,0025 und 0,035 mm verstellbar und wird im ganzen an einer Teilung vom Nullpunkt aus abgelesen. Wenn die gewünschte Gesamtbeistellung erreicht ist, stellt sich der Schleifradvorschub selbsttätig ab. Zum groben Beistellen dient das Handrad, auch kann man durch Druck auf einen Fingerhebel eine einmalige Beistellung von 0,0025 mm bewirken.

Abb. 7. Keilnutenfräsmaschine von de Fries & Co. A.-G.

[1]) s. „Werkstattstechnik" 1922, Messeheft S. 24.

Abb. 9 und 10. Revolverkopf von Sondermann & Stier.

Die von Ludw. Loewe & Co. A.-G. erstmalig gezeigte Stahlschleifmaschine, Abb. 14, soll durch wirtschaftliches Schleifen der hochwertigen Edelstahlwerkzeuge die Betriebskosten der Werkstatt verringern; besonders glücklich ist dabei der Gedanke, diese Arbeit von einem angelernten Mann in großen Mengen vornehmen zu lassen. Dies wird durch besondere Arten von Stahlhaltern ermöglicht, die jeden Bohr-, Hobel- usw. Stahl nur in der Stellung aufnehmen, worin er beim Schleifen aller vier Seiten die richtigen Brust-, Rückenwinkel usw. erhält. Der Stahlhalter befindet sich auf einem schwenkbaren Kopf *a*, den man durch den Hebel *b* mittels einer Sperrklinke in drei Stellungen feststellen kann. Dreht man das Handrad *c*, so wird der Stahl während des Schleifens in der Richtung der Schleifspindel zugestellt. Damit der Stahlhalter beim Anstellen eines andern Stahles mit der Hand um seine senkrechte Achse geschwenkt werden kann, wird er durch einen Hebel *d* mittels Exzenters angehoben. Eine starke verkapselte Pumpe führt reichlich Kühlwasser zu, und eine schwenkbare Schutzhaube *e* schützt die umlaufenden Teile vor dem Schleifstaub. Ein Schlammkasten im Gestell fängt Schmutz und Schleifschlamm ab, während das überlaufende Wasser im Maschinenfuß durch ein Becken der Pumpe wieder zugeführt wird. Die Zeit- und Lohnersparnis bei der Verwendung dieser Maschine ist nach den Versuchen, s. Zahlentafel 2, erheblich. Sie beträgt bei gleichmäßigem Verbrauch von Werkzeugen bis zu 44 vH.

Einen ähnlichen Gedanken haben Ludw. Loewe & Co. A.-G. auch für Formstähle ausgeführt. Bekanntlich darf bei rundgedrehten Formstählen, die für Revolver- und Automatenarbeiten Verwendung finden, nur die ebene Schnittfläche geschliffen werden, Abb. 15. Diese muß um ein gewisses Maß, den Unterschnitt, unter Mitte bleiben, damit der Anstellwinkel die erforderliche Größe erhält. Die Schleifvorrichtung, die auf dem Werktisch oder auf einer Gußsäule aufgebaut werden kann, ist doppelseitig verwendbar und trägt einen nach drei Richtungen verstellbaren Schleifschlitten. Zum Zustellen des Arbeit-

Abb. 11.

Zahlentafel 1.

Vergleich der Arbeitszeiten (Minuten) auf Drehbank und Rundschleifmaschine der Fortuna-Werke.

Abb. 11	Werkstück	Werkstoff	Durchmesser mm	Toleranz mm	mm Zugabe für Rohmaß	mm Zugabe für das Schleifen nach dem Drehen	Minutenzahl für Ganzdrehen	Minutenzahl für Vordrehen für Schleifmaschine	Minutenzahl für Fertigschleifen	Minutenzahl für Ganzschleifen	Zeitersparnis durch Schleifen vH
a	Schleifsteinwelle	Stahl, hart	100 Konus 140 Stirn 200	± 0,008	4	0,5	540	240	80	—	41
b	Verschiebehülse	Guß, hohl	210	± 0,01	5	0,3	510	210	75	—	44
c	Scheibenwelle	Stahl, hart	110 92 Konus 92	± 0,01 ± 0,02	5	0,5	570	270	88	—	38
d	Spindelhülse	Stahl, hart	150 Konus	± 0,01	5	0,5	540	300	50	—	35
e	Säule	Mannesmannrohr	60	± 0,004	2	0,3	270	60	25	—	68,5
f	Balanzierwelle	verdichteter Stahl	50	± 0,01	1	0,3	210	60	24	50	60 bezw. 76

Zahlentafel 2.

Schleifzeiten für Drehstähle nach Versuchen auf der Schnellaufmaschine von Ludw. Loewe & Co. A.-G.

	ohne Vorrichtung min	auf Stahlschleifmaschine min	prozentuale Häufigkeit im Betrieb vH
Neuschleifen	8	4	20
Nachschleifen	3	2	80
Gesamtzeit	20 (= 100 vH)	12 (= 60 vH)	—
Ersparnis mit der Maschine 40 vH			—

Abb. 12. Einfache Rundschleifmaschine der Fortuna-Werke.

Abb. 13. Obertisch mit Reitstock und Spritzblech der Rundschleifmaschine der Fortuna-Werke.

Abb. 14. Stahlschleifmaschine von Ludw. Loewe & Co. A.-G.

Abb. 15.
Schleifvorrichtung für Formstähle von Ludw. Loewe & Co. A.-G.

…ckes dient ein Sterngriff *a*, zum senkrechten Verstellen eine …rkantschraube *b* mit Schlüssel, zum Drehen des Aufnahme…ns um seine Achse ein Sterngriff *c*. Den Schleifvorschub …timmt ein Handrad. Der Unterschnitt wird gegenüber einer …e des Unterstützungsbockes mittels eines Parallel-Endmaßes …gestellt.

Die von Auerbach & Co. ausgestellte Hahn-Einschleifmaschine …etzt die mühselige Handarbeit beim Einschleifen von Hahn…en und Ventilgehäusen durch Maschinenarbeit. Die Haupt…ndel der Maschine macht zu diesem Zweck mittels eines Um…rgetriebes im Maschinenkasten abwechselnd Rechts- und …ksdrehungen bis über 360°. Das kegelige Küken ruht …schen Spitzen wie bei einer Drehbank, Abb. 16, wobei es an seinem dickeren Ende mit dem Vierkantkopf durch einstellbare Futter mitgenommen wird. Ist das Küken eingespannt, so rückt der Arbeiter den Antrieb mittels Fußhebels ein und bewegt das Hahngehäuse gegen das Küken vor- und rückwärts, wobei eine Haltvorrichtung das Gehäuse am Mitdrehen verhindert, Abb. 17. Die Pinole des Reitstocks liegt unter Federdruck und kann nach Lösen des Klemmhebels mit der Hand zurückgezogen werden. Die Schleifspindel wird durch ein Zahnradgetriebe mit Hubstange und Rollenkette angetrieben. Da das ganze Getriebe im geschlossenen Ständer in der senkrechten Mittelachse der Maschine angebracht ist, arbeitet die Maschine trotz der dauernden Umkehr der Spindel geräuschlos und stoßfrei.

…. 16 u. 17. Hahn-Einschleifvorrichtung von Auerbach & Co.

…sthaltvorrichtung für das Gehäuse.

…ufnahme des Kükens zwischen den Spitzen.

…i Mitnehmerscheibe *a* und demzufolge …s Küken macht im steten Wechsel des …ts- und Linksganges Umdrehungen bis über 360°.

Von sonstigen Sondermaschinen hat die Deutsche Schweißmaschinenfabrik Becker & Co. eine Reihe von Neuerungen, darunter insbesondere eine schwere Stumpfschweißmaschine, Abb. 18, ausgestellt. Diese Maschine, deren Spitzenleistung 75 bis 125 kW beträgt, ist besonders für grobe Arbeiten bei angestrengtem Dauerbetrieb gebaut und zeichnet sich hauptsächlich durch die zum erstenmal durchgeführte völlige Trennung des elektrischen und mechanischen Teiles aus. Die weitausladenden Einspannböcke sind auf einer kräftigen links- und rechtsgängigen Spindel gut geführt. Sie werden durch Handrad und Schnecke mit einem Stauchdruck von 4,5 t gegeneinander bewegt. Die unteren Einspannbacken sind fest auf den Böcken, die oberen kuglig am Spindelende gelagert. Der Einspanndruck wird durch Handräder und starke Hebelübersetzung erzeugt. Der Schweißstrom fließt durch luftgekühlte Kupferbänder unmittelbar vom selbstgekühlten Scheibentransformator in die Kupferbacken und wird durch selbstsperrenden Fußhebel eingeschaltet. Zur Dämpfung der Einschaltstöße dient ein besonderer Vorkontakt; ein eigenartig ausgebildeter Regler gestattet, die Schweißhitze beliebig zu verteilen und zu beschleunigen. Das Diagramm des Stromverbrauches und der Schweißzeit, Abb. 19, zeigt ohne weiteres die hohe Leistung der Maschine.

Bemerkung. Den Firmen, die in liebenswürdiger Weise für den Aufsatz Material zur Verfügung gestellt haben, sei an dieser Stelle bestens gedankt.

Abb. 18. Stumpfschweißmaschine der Deutschen Schweißmaschinenfabrik Becker & Co.

Abb. 19. Diagramm des Stromverbrauchs einer Stumpfschweißmaschine von Becker & Co.
Stumpfschweißungen von Eisenquerschnitten bei offenen Längen.
a Stromverbrauch in kW, *b* Zeit in s für eine Schweißung, *c* kW-Verbrauch für 100 Schweißungen.

Der Wärmeaustausch am Berieselungskühler

Von Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Nusselt, Karlsruhe.

Die Wärmeübergangzahl α_a eines Berieselungskühlers für den Wärmeaustausch zwischen der Kühlfläche und der Rieselflüssigkeit wird berechnet.

Unter einem Berieselungskühler versteht man einen Wärmeaustauscher, bei dem Kühlwasser oder eine zu kühlende Flüssigkeit unter dem Einfluß der Schwere an der einen Seite der Kühlfläche herabfließt. Dabei besteht die Kühlfläche entweder aus einer senkrechten ebenen oder zylindrischen profilierten Fläche oder aus einem System von übereinander liegenden wagerechten Rohren. Solche Kühler dienen z. B. in Brauereien zum Kühlen der Würze und zum Kondensieren des Ammoniaks der Kältemaschinen. In diesem Fall spricht man von einem Berieselungskondensator. In Molkereien kühlt man damit die Milch, und in der chemischen Industrie finden sie zum Kühlen von Säuren weite Verbreitung. Der Berieselungskühler zeichnet sich durch einfachen, übersichtlichen und leicht zugänglichen Aufbau und durch günstige Kühlwirkung aus.

Da mir aus der Literatur Versuche über den Wärmedurchgang am Berieselungskühler nicht bekannt sind, teile ich im folgenden eine Betrachtung mit, welche, ausgehend von den physikalischen Eigenschaften der am Kühler herabrieselnden Flüssigkeit, die Kühlwirkung zu berechnen gestattet.

Es werde eine ebene Kühlfläche von der Höhe H und der Breite 1 vorausgesetzt, über welche in der Zeiteinheit G kg einer Flüssigkeit, z. B. Wasser, herabfließen. Diese Wassermenge werde durch eine Rinne gleichmäßig über die Breite der Kühlfläche verteilt; sie fließt in der Form einer dünnen Wasserhaut über die Kühlfläche herab. Die Lösung der gestellten Aufgabe zerfällt in zwei Teile. Zunächst sind Geschwindigkeit und Stärke der Wasserhaut zu bestimmen. Im Anschluß daran kann dann die Erwärmung des Wassers berechnet werden.

Die Strömung in der Wasserhaut.

Um den Geschwindigkeitsverlauf in der Wasserhaut berechnen zu können, muß man einige Annahmen machen. Wenn die Wasserhaut nicht zu dick ist, kann man darin laminare Strömung voraussetzen und weiter annehmen, daß die Trägheitswirkung des Wassers gegen den Einfluß der Reibung zurücktritt. Dann wird das Wasser nicht, wie beim freien Fall, durch die Erdschwere beschleunigt, sondern dem Gewicht des Wassers hält die Flüssigkeitsreibung das Gleichgewicht. Deshalb ist die Geschwindigkeit eines Wasserteilchens nur vom Abstand y, siehe Abb. 1, von der Oberfläche und nicht von seinem Abstand x von der Oberkante A der Wand abhängig. Ist τ die Schubspannung im Abstand y von der Wand und $\tau + \frac{d\tau}{dy}dy$ die Schubspannung im Abstand $y+dy$, so ist der Unterschied der Spannungen gleich dem Gewicht des Wassers in dem betrachteten Raumelement $\gamma\,dy$, wobei γ das spezifische Gewicht des Wassers ist. Streng genommen, ist davon noch das Gewicht des gleichen Volumens der umgebenden Luft abzuziehen; doch soll dies wegen des kleinen dadurch entstehenden Fehlers vernachlässigt werden. Es lautet also die Gleichgewichtsbedingung für die Raumeinheit

$$\frac{d\tau}{dy} + \gamma = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1).$$

Abb. 1. Strömungsverlauf in der Wasserhaut.

Bezeichnet man mit η die Zähigkeitszahl des Wassers, so läßt sich die Schubspannung in der Wasserhaut nach dem Newtonschen Gesetz:

$$\tau = \eta \frac{dw}{dy} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

berechnen, wenn w die Geschwindigkeit des Wassers ist. Durch Einsetzen dieses Wertes geht Gl. (1) in

$$\eta \frac{d^2 w}{dy^2} + \gamma = 0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1a)$$

über, deren Lösung

$$w = -\frac{\gamma}{\eta}\frac{y^2}{2} + C_1 y + C_2 \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

lautet. Da erfahrungsgemäß das Wasser an der Wand haftet, also für $y=0$ $w=0$ sein muß, wird die zweite Integrationskonstante $C_2 = 0$. Vernachlässigt man noch die Reibung zwischen der andern Oberfläche der Wasserhaut und der sie berührenden Luft, so muß hier die Schubspannung τ und damit der Geschwindigkeitsabfall $\frac{dw}{dy}$ null werden. Bezeichnet man die Dicke der Wasserhaut mit y_0, so liefert diese Bedingung die andere Integrationskonstante

$$C_1 = \frac{\gamma}{\eta} y_0 .$$

Die Geschwindigkeit des Wassers in ihrer Abhängigkeit vom Abstand von der Wand wird demnach durch den Ausdruck

$$w = \frac{\gamma}{\eta}\left(y\,y_0 - \frac{y^2}{2}\right) \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3a)$$

gegeben. Längs einer Senkrechten zur Wand verläuft also die Geschwindigkeit nach einer Parabel. An der äußeren Oberfläche der Wasserhaut, also bei $y = y_0$, hat die Geschwindigkeit einen Höchstwert von

$$w_{max} = \frac{\gamma}{\eta}\frac{y_0^2}{2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (3b)$$

Die in der Zeiteinheit über die Kühlfläche herabrieselnde Wassermenge G kann man aus Gl. 3a durch Integration erhalten. Denn es ist

$$G = \int_0^{y_0} \gamma\, w\, dy = \frac{\gamma^2}{\eta}\int_0^{y_0}\left(y\,y_0 - \frac{y^2}{2}\right)dy \quad \ldots \quad (4)$$

oder

$$G = \frac{\gamma^2 y_0^3}{3\eta} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4a)$$

Die Wassermenge ist also proportional der dritten Potenz der Dicke der Wasserhaut. Durch Auflösen von Gl. (4a) nach y erhält man

$$y_0 = \sqrt[3]{\frac{3\eta G}{\gamma^2}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (4b)$$

die Dicke der Wasserhaut bei gegebener Beaufschlagung der Kühlfläche, bezogen auf die Einheit der Breite, die demnach mit der dritten Wurzel aus der Wassermenge wächst. Setzt man den Wert von y_0 in Gl. 3b ein, so erhält man die größte Wassergeschwindigkeit an der freien Oberfläche der Wasserhaut

$$w_{max} = \sqrt[3]{\frac{9\,G^2}{8\gamma\eta}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (5)$$

Aus der Definitionsgleichung

$$G = w_m \gamma y_0 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (6)$$

ergibt sich dann die mittlere Wassergeschwindigkeit

$$w_m = \sqrt[3]{\frac{G^2}{3\gamma\eta}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

Das Verhältnis der beiden Geschwindigkeiten ist also

$$\frac{w_{max}}{w_m} = \frac{3}{2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (7a)$$

Die Gültigkeit dieser hydrodynamischen Theorie der Wasserhaut kann an Versuchen von Claßen[1]) geprüft werden. Claßen ließ über die äußere Oberfläche von senkrecht stehenden Kondensatorrohren Wasser herabfließen und bestimmte die Wassermenge, die in einem bestimmten Augenblick über der Oberfläche des Rohres lagerte, dadurch, daß er plötzlich den Wasserzufluß absperrte und das abfließende Wasser in einem unter das Rohr geschobenen Becherglase auffing. Das an der Rohroberfläche noch haften bleibende Wasser wurde mit einem vorher gewogenen Tuche abgewischt und gewogen. Aus der Summe ergab sich durch Teilung mit der Rohroberfläche die Dicke der Wasserhaut. Drei Rohre wurden zu den

Zahlentafel 1.

Rohr-Durchm. mm	herabrieselnde Wassermenge g/min	Dicke der Wasserhaut nach Versuch mm	Dicke der Wasserhaut nach Gl. 4b mm	Oberflächenbeschaffenheit
50	110	0,130	0,151	blank
50	220	0,189	0,190	„
50	220	0,189	0,190	„
40	120	0,167	0,170	„
40	120	0,163	0,170	„
40	240	0,221	0,214	„
40	240	0,221	0,214	„
40	120	0,175	0,170	rauh
40	240	0,225	0,214	„
40	240	0,224	0,214	„

[1]) Versuche zur Bestimmung der Dicke der fließenden und anhaftenden Flüssigkeitsteilchen bei der Berieselung an senkrechten Verdampferrohren, Zentralblatt für die Zuckerindustrie, 26. Jahrgang, Nr. 47.

/ersuch benußt, zwei neue Stahlrohre von 50 und 40 mm Dmr. ıit blanker Oberfläche und ein gebrauchtes Stahlrohr von 0 mm Dmr. mit rauher Oberfläche. Die Wassertemperatur bei en Versuchen betrug 20° C. Zahlentafel 1 enthält außer der m Rohr herabrieselnden Wassermenge noch die beobachtete nd die nach Gl. 4b berechnete Dicke der Wasserhaut. Danach rgibt sich sehr gute Übereinstimmung zwischen meiner Theoe und den Versuchen von Claßen. Claßen hat noch Verıche mit warmem Wasser von 50° C ausgeführt. Da sich ber hierbei das Wasser beträchtlich abkühlt und da bei diesen ohen Temperaturen auch die Versuchsgenauigkeit kleiner ist, önnen diese Versuche nicht zur Prüfung der Theorie heranezogen werden.

Bei der Aufstellung von Gl. 4b war vorausgesetzt, daß bensoviel Wasser, wie oben auf die Kühlfläche aufgegeben wird, ıch unten abfließt. Es war also der Wasserverlust durch die erdunstung vernachlässigt worden. Die Zulässigkeit dieser nnahme soll nun geprüft werden. Die von einer Wasserfläche erdampfende Wassermenge kann man nach der Formel von alton berechnen. Die mittlere Temperatur des über die Kühläche herabrieselnden Wassers betrage z. B. 30° C bei mäßig ewegter Luft von 10° C und 50 vH relativer Feuchtigkeit. Für ese Verhältnisse verdampfen nach der Daltonschen Formel ündlich 1,16 kg/m². Da auf 1 m Breite eines Berieselungsihlers in einer Stunde auf einer Seite 150 bis 1000 kg Wasser erunterrieseln, so beträgt die Verringerung der Wasserenge durch die Verdunstung immer weniger als 1 vH. Bei :n hydrodynamischen Betrachtungen konnte die Verınstung deshalb mit Recht vernachlässigt werden.

Die Erwärmung des Wassers.

Am oberen Ende A treffe das Kühlwasser mit der gleichäßigen Temperatur t_1 auf die Wand. Diese habe eine höhere ·mperatur t_0, die auf der ganzen Fläche gleich sei. Dann wärmt sich das herabrieselnde Wasser durch Wärmeleitung. e Temperatur t an einer beliebigen Stelle der Wasserhaut, B. bei a, Abb. 1, ist vom Abstand y des betrachteten Wasserlchens von der Wand und von seinem Abstand x von der eren Kante der Heizfläche abhängig, also eine Funktion der iden unabhängig Veränderlichen x und y. Deshalb ergibt :h für t eine partielle Differentialgleichung, die man durch :s Aufstellen der Wärmebilanz für das Prisma mit der Grundche $a\,b\,c\,d$ und der Höhe 1 erhält. Nach dem Fourierschen undgeseß der Wärmeleitung strömt durch die Seite $a\,b$ in r Zeiteinheit die Wärme $-\lambda \frac{\partial t}{\partial y} d x$ ein, wenn λ die Wärmetzahl des Wassers ist. Durch die Seite $c\,d$ tritt Wärme aus, : um das bei unveränderlichem x genommene Differential ößer ist, also eine Menge

$$-\lambda\left(\frac{\partial t}{\partial y}+\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} d y\right) d x .$$

Ienso läßt sich die Wärme berechnen, die durch die beiden ıderen Seiten $a\,d$ und $b\,c$ ein- und austritt. Da aber das mperaturgefälle in der X-Richtung sehr viel kleiner ist als skrecht dazu, können diese Wärmemengen vernachlässigt rden. Dafür ist aber der Wärmeaustausch in der X-Richtung Rechnung zu seßen, der bei dem Transport der Wärme ch das fließende Wasser entsteht. Durch die Fläche $a\,d$ ßen in der Zeiteinheit $w \gamma\, d y$ kg Wasser in das betrachtete umelement hinein und führen dabei $c\, w \gamma\, t\, d y$ kcal zu. In sem Ausdruck bedeutet c die spezifische Wärme des Wass. Durch die entgegengeseßte Fläche $b\,c$ wird die Wärmenge

$$w\, c\, \gamma\left(t+\frac{\partial t}{\partial x} d x\right) d y,$$

d um das Differential von t bei unveränderlichem y größer is herausbefördert. Im Beharrungszustand muß die algebraise Summe dieser Wärmemengen null sein. Diese Beziehung ert dann für den Temperaturverlauf in der Wasserhaut die erentialgleichung

$$-\lambda \frac{\partial^2 t}{\partial y^2}+c\, w\, \gamma \frac{\partial t}{\partial x}=0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8).$$

B dieser Summierung müßte noch die Wärme berücksichtigt w den, die durch Reibung in dem Raumelement entsteht. B eichnet man mit A das mechanische Wärmeäquivalent, so is diese Reibungswärme

$$A\, \eta\left(\frac{d w}{d y}\right)^2 d x\, d y .$$

S ist aber gegen die anderen Summanden verschwindend k n und kann deshalb vernachlässigt werden.

In Gl. (8) ist nach Gl. (3a) noch der Ausdruck für die S ömgeschwindigkeit w einzusetzen, die vom Abstand y von d Wand abhängig ist. Sie geht dann über in

$$\frac{c\, \gamma^2}{\eta}\left(y\, y_0-\frac{y^2}{2}\right) \frac{\partial t}{\partial x}=\lambda \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8a).$$

Die Lösung dieser Differentialgleichung wird vereinfacht, wenn man folgende dimensionslose Größen als unabhängige Veränderliche einführt:

$$z=\frac{y}{y_0}$$

und

$$s=\frac{\lambda\, \eta\, x}{c\, \gamma^2 y_0{}^4}=\frac{\lambda\, \gamma^{2/3}}{3^{4/3} c\, \eta^{1/3} G^{4/3}} x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9).$$

Man erhält dann die folgende Differentialgleichung

$$\left(z-\frac{z^2}{2}\right) \frac{\partial t}{\partial s}=\frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8b).$$

Diese Gleichung hat den Vorzug, keine Zahlen mehr zu enthalten, die vom Stoff abhängen. Sie ist unter Berücksichtigung der folgenden drei Grenzbedingungen zu integrieren. Am oberen Ende der Kühlfläche, bei A, Abb. 1, muß die Temperatur t gleich der Temperatur t_1 des kalten Kühlwassers sein. Die Lösung für t muß also die Grenzbedingung

$$s=0,\ t=t_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

erfüllen. Als weitere Grenzbedingung werde angenommen, daß die Temperatur der Wand unveränderlich, und zwar t_0 ist. Dann muß sein

$$z=0,\ t=t_0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11).$$

Als dritte Grenzbedingung ist noch der Wärmeaustausch an der freien Wasseroberfläche berücksichtigt. Dieser und der Wärmeverbrauch zur Wasserverdunstung werde zunächst vernachlässigt, so daß als dritte Bedingung

$$z=1,\ \frac{\partial t}{\partial z}=0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (12)$$

erscheint. Weiter unten wird noch gezeigt, wie man der wirklichen Grenzbedingung Rechnung tragen kann.

Zur weiteren Vereinfachung werde noch geseßt

$$u=\frac{t_0-t}{t_0-t_1} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13).$$

Es besteht dann die rein mathematische Aufgabe, die Differentialgleichung

$$\left(z-\frac{z^2}{2}\right) \frac{\partial u}{\partial s}=\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8c)$$

mit den Grenzbedingungen

$$s=0,\quad u=1,$$
$$z=0,\quad u=0,$$
$$z=1,\quad \frac{\partial u}{\partial z}=0$$

zu integrieren. Zur Lösung dieser Aufgabe wurde ein Näherungsverfahren benußt. Die Differentialgleichung wurde durch die Differenzengleichung

$$\frac{\Delta u}{\Delta s}=\frac{1}{z-\frac{z^2}{2}} \frac{\Delta^2 u}{\Delta z^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8d)$$

oder

$$\Delta u=\frac{1}{z-\frac{z^2}{2}} \frac{\Delta^2 u}{\Delta z^2} \Delta s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8e)$$

erseßt. Wenn man für einen Wert von $s=s_1$ den Verlauf von u über z kennt, so kann man mit Gl. (8e) für ein um Δs benachbartes s den Zuwachs Δu der Funktion u berechnen. Dadurch erhält man eine benachbarte Kurve. Der Ausdruck $\frac{\Delta u^2}{\Delta z^2}$ läßt sich hierbei aus der Kurve $s=s_1$ wie folgt ableiten: Geht man von einem beliebigen Punkt einer Kurve $s=s_1$, Abb. 2, um Δz nach rechts und links, so ändert sich u um $\Delta_1 u$ und $\Delta_2 u$. Dann ist

$$\frac{\Delta^2 u}{\Delta z^2}=\frac{\Delta\left(\frac{\Delta u}{\Delta z}\right)}{\Delta z}=\frac{\frac{\Delta_2 u}{\Delta z}-\frac{\Delta_1 u}{\Delta z}}{\Delta z}=\frac{\Delta_2 u-\Delta_1 u}{(\Delta z)^2} \quad . \quad . \quad (14).$$

Bezeichnet man die Ordinate des Ausgangspunktes mit u_0 und die benachbarten mit u_1 und u_2, so wird

$$\frac{\Delta^2 u}{\Delta z^2}=\frac{u_1+u_2-2 u_0}{(\Delta z)^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14a)$$

und somit

$$\Delta u=\frac{u_1+u_2-2 u_0}{\left(z-\frac{z^2}{2}\right)\left(\Delta z\right)^2} \Delta s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8f).$$

Mit Hilfe dieser Formel kann man, ausgehend von einer bekannten Kurve für $s=s_1$, eine benachbarte für $s=s_1+\Delta s$ gewinnen und so weiter für jedes s den Verlauf von u über z

Abb. 2. Temperaturverlauf in der Wasserhaut.

erhalten. Im vorliegenden Fall ist nach der ersten Grenzbedingung für $s = 0$ $u = 1$ und nach der zweiten Grenzbedingung für $z = 0$ $u = 0$. Auf diese Unstetigkeit kann Gl. (8f) nicht angewendet werden. Ich habe daher die Unstetigkeit bei $z = 0$ durch einen in den Ordinaten stetigen Linienzug ersetzt, bei dem die Ordinate u von $z = 0$ bis $z = 0{,}01$ linear von 0 auf 1 zunahm. Zuerst wurde $\Delta s = 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ und $\Delta z = 0{,}01$ gesetzt. Beide Unterschiede wurden im Laufe der Rechnung auf $\Delta s = 0{,}005$ und $\Delta z = 0{,}2$ vergrößert.

Auch die übrigen beiden Grenzbedingungen konnten bei dem gewählten Näherungsverfahren leicht befriedigt werden. Einmal ließ man die Kurven $s =$ konst. dauernd durch den Punkt $u = 1$, $z = 0$ gehen. Damit war die zweite Grenzbedingung erfüllt. Die dritte Grenzbedingung, $\frac{\partial u}{\partial z} = 0$ für $z = 1$, kann dadurch erfüllt werden, daß man bei der Berechnung des zweiten Differenzenquotienten bei $z = 1$ $u_1 = u_2$ setzt. Dadurch wird erreicht, daß sich die Kurve $s = s_1$ bei $z = 1$ spiegelbildlich zur Ordinate $z = 1$ fortsetzt und deshalb bei $z = 1$ eine wagerechte Tangente hat. Für $z = 1$ ist also

$$\frac{\Delta^2 u}{\Delta z^2} = \frac{2\,(u_1 - u_0)}{(\Delta z)^2}$$

zu setzen. Auf diese Weise wurde der Verlauf von u abhängig von z und s von $s = 0$ bis $s = 0{,}15$ bestimmt. In Zahlentafel 2

Zahlentafel 2

$z =$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$s = 0{,}0005$	$u = 0{,}9598$	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
0,001	0,9827	0,9990	1,0000	1,0000	1,0000
0,005	0,5993	0,9306	0,9961	1,0000	1,0000
0,01	0,4787	0,8262	0,9693	0,9974	0,9999
0,02	0,3686	0,6934	0,8958	0,9753	0,9920
0,03	0,3190	0,6123	0,8269	0,9382	0,9698
0,04	0,2867	0,5559	0,7684	0,8955	0,9358
0,05	0,2637	0,5144	0,7194	0,8502	0,8942
0,06	0,2457	0,4805	0,6763	0,8053	0,8499
0,07	0,2305	0,4512	0,6373	0,7618	0,8055
0,08	0,2170	0,4249	0,6013	0,7203	0,7605
0,09	0,2046	0,4008	0,5675	0,6803	0,7201
0,10	0,1930	0,3782	0,5359	0,6428	0,6808
0,12	0,1722	0,3373	0,4781	0,5739	0,6079
0,14	0,1543	0,3022	0,4283	0,5141	0,5446
0,16	0,1377	0,2699	0,3825	0,4591	0,4864
0,18	0,1231	0,2411	0,3417	0,4103	0,4346
0,20	0,1099	0,2153	0,3050	0,3663	0,3880
0,25	0,0828	0,1623	0,2300	0,2761	0,2925
0,30	0,0625	0,1225	0,1736	0,2084	0,2207
0,35	0,0471	0,0923	0,1308	0,1570	0,1663
0,40	0,0355	0,0696	0,0986	0,1183	0,1254
0,45	0,0267	0,0524	0,0742	0,0892	0,0944
0,50	0,0202	0,0395	0,0561	0,0673	0,0713
0,60	0,0114	0,0224	0,0318	0,0382	0,0405
0,70	0,0065	0,0128	0,0181	0,0217	0,0230
0,80	0,0037	0,0073	0,0103	0,0124	0,0131
0,90	0,0021	0,0041	0,0058	0,0070	0,0074
1,00	0,0012	0,0023	0,0033	0,0040	0,0042

sind einige der so berechneten Werte zusammengestellt und in Abb. 2 aufgetragen. Dabei zeigt sich, daß für Werte von $s > 0{,}12$ die Kurven $s =$ konst. ihre Gestalt nicht mehr ändern. Für $s > 0{,}12$ läßt sich deshalb die Funktion u durch die folgende Gleichung

$$u = A\, f(z)\, e^{-n s} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

darstellen. Die Funktion (v) läßt sich der Zahlentafel 3 entnehmen. Für die in Gl. 15 enthaltenen Konstanten ergaben sich die Werte

$$A = 1{,}2014$$
$$n = 5{,}65 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (16).$$

Zahlentafel 3

$z =$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$f(z) =$	0	0,2833	0,5549	0,7865	0,9441	1,0000

Zur Nachprüfung wurden die in der Zahlentafel 3 enthaltene Funktion $f(z)$ und die Zahl n noch auf einem zweiten Wege bestimmt. Setzt man in Gl. (8c) als Produkt zweier Funktionen S und Z ein, wovon die erste nur von s und die zweite nur von z abhängt, so zerfällt die Differentialgleichung in folgende gewöhnliche Differentialgleichungen

$$\frac{dS}{ds} = -n^2 S$$

$$\frac{d^2 Z}{d z^2} + n^2\left(z - \frac{z^2}{2}\right) Z = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17),$$

worin n eine beliebige Zahl ist. Die zweite Gleichung ist mit den Grenzbedingungen $z = 0$, $Z = 0$ und $z = 1$, $Z = 1$ und $\frac{dZ}{dz} = 0$ zu integrieren. Dies lieferte $n = 5{,}614$ und die Werte $Z = f(z)$, die in Zahlentafel 4 zusammengestellt sind. Da diese Werte mit den oben gefundenen gut übereinstimmen, habe ich mit den oben angegebenen Werten weitergerechnet.

Zahlentafel 4

$z =$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$f(z) =$	0	0,1420	0,2834	0,4241	0,5549	0,6777	0,7863	0,8762	0,9438	0,9857	0,1000

Durch die Zahlentafel 2 und die Gl. 15 ist der Temperaturverlauf in der Wasserhaut bekannt; man kann daher die von der Heizfläche an die Wasserhaut übergehende Wärmemenge berechnen. Sie ergibt sich aus der Erwärmung des Wassers nach der Gleichung

$$Q = \int_0^{y_0} c\,\gamma\, w\,(t - t_1)\, dy = \frac{c\,\gamma^2}{\eta} \int_0^{y_0} \left(y\,y_0 - \frac{y^2}{2}\right)(t - t_1)\, dy \quad . \quad (18).$$

Führt man die dimensionslosen Größen z und u ein, so wird

$$Q = \frac{c\,\gamma^2 y_0^3}{\eta}(t_0 - t_1) \int_0^1 \left(z - \frac{z^2}{2}\right)(1-u)\, dz \quad . \quad . \quad (18a).$$

y_0 kann man nach Gl. (4b) durch die Wassermenge G ersetzen. Es ergibt sich dann der Wert

$$Q = G\,c\,(t_0 - t_1)\, 3 \int_0^1 \left(z - \frac{z^2}{2}\right)(1-u)\, dz \quad . \quad . \quad (18b).$$

Bezeichnet man mit t_2 die mittlere Temperatur des abfließenden Wassers, so ist einmal

$$Q = G\,c\,(t_2 - t_1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18c)$$

und anderseits

$$t_2 - t_1 = (t_0 - t_1)\, 3 \int_0^1 \left(z - \frac{z^2}{2}\right)(1-u)\, dz \quad . \quad . \quad (19).$$

Setzt man noch

$$\frac{t_2 - t_1}{t_0 - t_1} = \varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

und nennt diese Größe die Anwärmungszahl des Wassers, so berechnet sich diese aus der Gleichung

$$\varphi = 3 \int_0^1 \left(z - \frac{z^2}{2}\right)(1-u)\, dz \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21).$$

Diese Anwärmungszahl kann leicht aus der Zahlentafel 2 berechnet werden. Sie ist für verschiedene Werte von s in Zahlentafel 5 zusammengestellt. Aus Abb. 3, die den Verlauf der Anwärmungszahl veranschaulicht, wurden folgende Näherungsformeln abgeleitet:

$$\left.\begin{aligned} \varphi &= 2{,}230\, s^{0{,}656} && \text{für } s < 0.05 \\ \text{und} \quad \varphi &= (1 - 0{,}9101\, e^{-5{,}65\, s}) && \text{für } s > 0.05 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (22).$$

Zahlentafel 5

s	φ	φ_1	$\frac{\alpha H}{W}$
0,000005	0,0006	0,000737	0,0007
0,00001	0,0009	0,00117	0,0012
0,00002	0,00174	0,00184	0,0019
0,00003	0,00237	0,00240	0,0022
0,00004	0,00294	0,00291	0,0029
0,00005	0,00330	0,00336	0,0034
0,00010	0,00540	0,00530	0,0053
0,00015	0,00684	—	—
0,00020	0,00840	0,00835	0,0084
0,00025	0,00966	—	—
0,00030	0,01080	0,01090	0,0110
0,00035	0,0120	—	—
0,00040	0,0132	0,0132	0,0133
0,00045	0,0141	—	—
0,00050	0,0150	0,0152	0,0153
0,001	0,0240	0,0240	0,0243
0,002	0,0375	0,0398	0,0407
0,003	0,0486	0,0494	0,0507
0,004	0,0588	0,0596	0,0615
0,005	0,0681	0,0690	0,0715
0,006	0,0768	0,0770	0,0809
0,007	0,0855	0,0860	0,0899
0,008	0,0936	0,0939	0,0987
0,009	0,1011	0,1014	0,1069
0,010	0,1080	0,1087	0,1151
0,015	0,1410	—	—
0,020	0,1710	0,1713	0,1879
0,025	0,1980	—	—
0,030	0,2232	0,2230	0,2523
0,035	0,2475	—	—
0,040	0,2706	0,2700	0,3147
0,045	0,2922	—	—
0,050	0,3120	0,3124	0,3746
0,060	0,352	0,351	0,4323
0,070	0,388	0,387	0,4894
0,080	0,418	0,421	0,5465
0,090	0,448	0,453	0,6033
0,10	0,479	0,483	0,6597
0,12	0,538	0,538	0,7722
0,14	0,588	0,588	0,8850
0,16	—	0,631	0,9970
0,18	—	0,671	1,113
0,20	—	0,706	1,224
0,25	—	0,778	1,510
0,30	—	0,833	1,790
0,35	—	0,874	2,072
0,40	—	0,905	2,354
0,45	—	0,928	2,637
0,50	—	0,946	2,919
0,60	—	0,969	3,484
0,70	—	0,983	4,049
0,80	—	0,990	4,614
0,90	—	0,994	5,179
1,00	—	0,997	5,744
∞	1,000	1,000	∞

Abb. 3. Verlauf der Anwärmungszahl.

Die hiernach berechneten Werte sind in die Zahlentafel 5 als φ_1 eingetragen. Sie stimmen gut mit den unmittelbar gefundenen überein.

Die ausgetauschte Wärme Q kann man einmal aus der Gleichung

$$Q = G\,c\,(t_0 - t_1)\,\varphi \quad \ldots\ldots (18\text{d})$$

berechnen, indem man φ aus der Zahlentafel 5 entnimmt. s ist vorher nach der Gl. 9

$$s = \frac{\lambda\,\gamma^{2/3}}{3^{4/3}\,c\,\eta^{1/3}\,G^{4/3}}\,x \quad \ldots\ldots (9)$$

aus den physikalischen Größen des betreffenden Falles zu bestimmen.

Mit der Gl. (22) kann man aber auch zwei Gleichungen für die unmittelbare Berechnung von Q ohne Zuhilfenahme des Faktors φ aufstellen. Für $s < 0{,}05$ oder $\varphi < 0{,}312$ erhält man dadurch, daß man φ aus Gl. (22) in Gl. (18d) einsetzt,

$$Q = 0{,}853\,\frac{\lambda^{0{,}656}\,H^{0{,}656}\,c^{0{,}344}\,G^{0{,}125}\,\gamma^{0{,}437}}{\eta^{0{,}219}}\,(t_0 - t_1) \quad \ldots (18\text{e}).$$

In diese Formel muß man alle Größen im gleichen Maßsystem einführen. Setzt man z. B.

die Wärmeleitzahl λ in kcal m^{-1} s^{-1} Grad^{-1},
die Höhe H der Kühlfläche in m,
die spezifische Wärme c in kcal kg^{-1} Grad^{-1},
die Zähigkeitszahl η in kg s m^{-2},
die Dichte γ in kg m^{-3},
die Wassermenge G in kg s^{-1} m^{-1}

ein, so erhält man die ausgetauschte Wärme in kcal m^{-1} s^{-1} Die Formel gilt für die Wandbreite $B = 1$. Betrachtet man dagegen eine Kühlfläche von der Breite B, also von der Fläche $F = B\,H$, so ist auch

$$Q = 0{,}853\,F\,(t_0 - t_1)\,\frac{\lambda^{0{,}656}\,c^{0{,}344}\,\gamma^{0{,}437}}{\eta^{0{,}219}\,H^{0{,}344}}\,G^{0{,}125} \quad \ldots (18\text{f}).$$

Die Formel vereinfacht sich noch weiter, wenn man als Kühlflüssigkeit Wasser von gegebener Temperatur, z. B. im Mittel von 20° C, zugrunde legt. Man erhält dann

$$Q = 1452\,F\,(t_0 - t_1)\,\frac{G^{0{,}125}}{H^{0{,}344}}\ \text{kcal m}^{-2}\ \text{h}^{-1} \quad \ldots (18\text{g}).$$

Bei Anwendung dieser Gleichung hat man zu beachten, daß G die in 1 h über die Breite von 1 m der Kühlfläche auf einer Seite herabfließende Wassermenge ist. Sie gilt nur, wenn die Anwärmungszahl kleiner als 0,312 ist. Im andern Falle kann man statt der Zahlentafel folgende Formel benutzen:

$$Q = G\,c\,(t_0 - t_1)\,(1 - 0{,}9101\,e^{-5{,}65\,s}) \quad \ldots (18\text{h}).$$

Für technische Zwecke ist es aber meist übersichtlicher, statt mit Gl. (18f) und (18h) mit der Wärmeübergangzahl α zu rechnen. Es wird manchmal behauptet, das Rechnen mit der Wärmeübergangzahl stelle eine grobe Näherung dar und wäre eine primitive Kunst. Die Wärmeübergangzahl ist aber nicht nur ein für den Wärmeingenieur unentbehrlicher Begriff, sondern auch physikalisch und mathematisch einwandfrei. Ist α die Anzahl von Wärmeeinheiten, die von der Flächeneinheit der Wand in der Zeiteinheit bei 1 Grad Temperaturunterschied abgeführt werden, so ist die übertragene Wärme bekanntlich

$$Q = G\,c\,(t_0 - t_1)\left(1 - e^{-\frac{\alpha H}{G c}}\right) \quad \ldots\ldots (23).$$

Ein Vergleich mit Gl. (18d) liefert für den Zusammenhang zwischen der Wärmeübergangzahl und der Anwärmungszahl die Beziehung

$$1 - e^{-\frac{\alpha H}{G c}} = \varphi(s) \quad \ldots\ldots (24)$$

oder

$$\alpha = \frac{G\,c}{H}\ln\frac{1}{1 - \varphi(s)} \quad \ldots\ldots (24\text{a})$$

In Zahlentafel 5 sind die aus dieser Beziehung folgenden Werte von $\frac{\alpha H}{G c} = \frac{\alpha H}{W}$ abhängig von s enthalten; Abb. 4 führt

Abb. 4. Beziehung zwischen der Wärmeübergangzahl und der Größe s.

diesen Zusammenhang vor Augen. Ist $s > 0{,}05$, so ergibt sich aus Gl. (22) und (24 a) folgender einfache Zusammenhang zwischen α und s:

$$\frac{\alpha H}{G c} = 0{,}0942 + 5{,}65\, s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25).$$

Wählt man als Berieselungsflüssigkeit Kühlwasser von 20° C mittlerer Temperatur, so erhält man, abhängig von der Wassermenge G und der Höhe H der Kühlfläche, Werte für die Wärmeübergangzahl α, die in der Zahlentafel 6 sowie in Abb. 5 und 6 zusammengestellt sind. Sie zeigen zunächst den bedeutsamen Einfluß der Höhe der Wand. Außerdem zeigt sich aber die merkwürdige Erscheinung, daß die Wärmeübergangzahl α einen Mindestwert hat, wenn man bei gegebener Kühlfläche die berieselnde Wassermenge ändert. Dies ist dadurch zu erklären, daß bei abnehmender Menge die Wasserhaut nach Gl. (4b) immer mehr abnimmt. Deshalb muß die Wärmeübergangzahl bei $G = 0$ unendlich groß werden.

Abb. 5. Veränderung der Uebergangzahl mit der Wassermenge und mit der Höhe.

Abb. 6. Wärmeübergangzahl α.

Zahlentafel 6: Wärmeübergangzahlen
α kcal $m^{-2}\ h^{-1}$ Grad^{-1}

G kg $m^{-1}\ s^{-1}$ =	0,01	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
H = 0,005 m	7230	6500	6720	7240	7990	8660	9450	10500	11520
0,010	6890	5390	5520	5790	6340	6830	7480	8260	9040
0,020	6690	4670	4560	4660	5050	5430	5910	6520	7040
0,050	6620	4170	3710	3610	3780	4030	4340	4810	5230
0,100	6580	4000	3370	3090	3070	3230	3440	3800	4140
0,200	6570	3910	3200	2750	2570	2610	2750	3020	3270
0,500	6560	3860	3100	2550	2120	2030	2080	2230	2410
1,000	6550	3840	3070	2480	1950	1750	1710	1795	1910

Berechnung des Wärmedurchgangs am Berieselungskühler.

Über die Kühlfläche F m² mögen stündlich G_a kg Kühlwasser von der Temperatur t_1 herabfließen. Dieses erwärme sich bis zum Abstand x m² vom oberen Ende der Kühlfläche auf t °C und fließe unten mit t_2 °C ab. Auf der andern Seite der Kühlfläche treten unten G_i kg des zu kühlenden Mittels mit der Temperatur ϑ_1 und der spezifischen Wärme c_i ein. Im Abstand x vom oberen Ende habe es die Temperatur ϑ. Bei den praktisch ausgeführten Kühlern ist zwar weder Gleichstrom noch Gegenstrom noch reiner Kreuzstrom vorhanden. Man kann aber meist näherungsweise annehmen, daß die Wärme im Gegenstrom ausgetauscht wird. Für den Wärmeaustausch in einem Element $d\,x$ der Kühlfläche gelten dann folgende Gleichungen:

$$d\,Q = K\,(\vartheta - t)\,d\,x$$
$$d\,Q = G_i\,c_i\,d\,\vartheta = W_i\,d\,\vartheta$$
$$d\,Q = G_a\,c_a\,d\,t + w\,d\,x = W_a\,d\,t + w\,d\,x.$$

In der letzten Gleichung ist w die Summe aus der Wärme, die 1 m² der Wasseroberfläche an die Luft abgibt, und der Wärme, die auf derselben Fläche zum Verdampfen des verdunstenden Kühlwassers verbraucht wird. Die Wärmedurchgangszahl K ergibt sich aus

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a},$$

worin α_a nach Gl. (24 a) zu bestimmen ist. Die Integration obiger Gleichungen ergibt dann für die ausgetauschte Wärme die folgende Gleichung:

$$Q = \frac{K F\left[(\vartheta_1 - t_2) - (\vartheta_2 - t_1) - \dfrac{w F}{W_a}\right]}{ln \dfrac{\vartheta_1 - t_2 + \dfrac{w}{K\left(\dfrac{W_i}{W_a} - 1\right)}}{\vartheta_2 - t_1 + \dfrac{w}{K\left(\dfrac{W_i}{W_a} - 1\right)}}}$$

Diese Gleichung geht in die Gegenstromformel über, wenn man $w = 0$ setzt. Da die Summanden mit dem Faktor w nur Korrekturgrößen sind, genügt es, wenn man für W_i und W_a Näherungswerte einsetzt. Genau kann man diese Größen erst nach der Berechnung der ausgetauschten Wärmemenge Q bestimmen. [A 1451]

Zum 75. Geburtstage Friedrich Engessers.

12. Februar 1923.

Wer mit Engesser in den letzten Jahren in Berührung kam, mußte über die Überfülle von Geist und Gedanken staunen, die ihm entströmte. Seine heute noch, unter anderem auch in unserer Zeitschrift erscheinenden Aufsätze legen Zeugnis ab, daß Engesser in unermüdlichem Wirken immer wieder Neues schafft.

Wie alle Großen im Reiche der Gedanken hat er seine Lebensarbeit von hoher Warte betrachtet und jede enge Spezialistentätigkeit abgelehnt. In jungen Anfänger-Jahren freilich hat er sich als Bauingenieur den vorkommenden vielseitigen bautechnischen Aufgaben eines Bahnbauers mit aller Energie gewidmet, um ein möglichst vollkommenes Werk zu schaffen. Soweit damals die theoretische Erkenntnis noch fehlte, schuf er sie in bahnbrechenden Arbeiten[1]), die heute überall gerne verwertet, doch von den wenigsten ihm zugeschrieben werden. Aber auch die Erforschung des Materials und die Konstruktionfestigkeit reizte ihn z. B. zu Versuchsarbeiten auf dem Gebiete des Eisenbaues und Erddrucks, deren Werte heute noch nicht ausgeschöpft ist. Mit zunehmender Erfahrung ging er vom Besonderen zum Allgemeinen, fügte der Baustatistik, dem Brückenbau schließlich den ganzen Eisenbahnbau und die Verkehrswissenschaft hinzu, und wurde zum universellen Ingenieur. Seine geistige Einstellung und Gesinnung bewahrten ihn vor den Folgen einer reinen Zweckarbeit, führten ihm den beschränkten Wert alles Irdischen vor Augen und brachten ihn zur Natur, Kunst und Philosophie, sein harmonisches Streben war auf Arbeit am Studenten, an der Hochschule, am Volke gerichtet.

Engesser ist es vergönnt, mit 75 Jahren, unbedrückt von der Last des Alters, auf dem Katheder unserer ältesten deutschen technischen Hochschule Karlsruhe zu den Jungen über Baustatistik, Verkehr und Transport zu sprechen. Ein schönes Alter belohnt ein vollkommenes Leben, eine festgegründete innere Ausgeglichenheit bewahrt ihn selbst vor den Einwirkungen der Jetztzeit. Möge ein gütiges Geschick ihn uns noch lange erhalten, die wir in dieser Zeit solche Vorbilder der Güte und Selbstlosigkeit, des unerschütterlichen Gottvertrauens und der unbezwingbaren Arbeitskraft nötiger denn je haben. [M 356]

[1]) Vergl. Z. 1883, 1889, 1890, 1892, 1895, 1898, 1913, 1918.

Der Ausbau der Mittleren Isar.

Von E. Mattern in Potsdam.

In einem Seitenkanale der Isar von 53,6 km Länge unterhalb Münchens werden in vier Kraftwerken rd. 82000 PS gewonnen, wobei der Kanal zugleich für die Schiffahrt ausgebaut wird und wichtigen Landeskulturbelangen dienen soll. Allgemeine Übersicht über das Unternehmen. Beschreibung der Bauanlagen, die mancherlei bemerkenswerte Neuerung bringen, an der Hand vieler Abbildungen. Betrachtungen über die Eigenart des bayerischen Wasserkraftausbaues. Die Wehrbauten, die Kraftwasserstraße, die Krafthäuser und ihre Einrichtung. Bauausführung. Mitteilungen über den Betrieb und die Baukosten.

Allgemeine Anordnung und wasserwirtschaftliche Grundlagen.

Der Ausbau der Mittleren Isar bezweckt die Nutzbarmachung des Gefälles zwischen München und Moosburg auf einer Länge von 51,5 km, Abb. 1.[1] Das Rohgefälle dieser Flußstrecke zwischen dem Unterwasser des untersten Münchener Triebwerkes und dem Oberwasser des von der Stadt München 1907 erbauten Uppenborn-Kraftwerkes beträgt 87,9 m, das Flußgefälle 1,71 m/km. Das Niederschlaggebiet der Isar unterhalb Münchens an der Bogenhausener Brücke ist 2845 km² groß, die mittlere Jahresniederschlaghöhe beträgt 1200 mm. Die mittlere Abflußmenge des Flusses schwankt in den einzelnen Jahren zwischen 80 und 110 m³/s, im Winter zwischen 60 und 70 m³/s und geht in sehr trockner Zeit bis auf 34 m³/s herunter. Das Hochwasser des Jahres 1899 betrug nach Schätzung etwa 1300 m³/s, und man rechnet mit einer höchsten Wassermenge von 1500 m³/s. Mittlere Hochwasser, die etwa alle 3 bis 5 Jahre auftreten, z. B. September 1920, erreichen etwa 800 m³/s.

Zur Nutzbarmachung des Gefälles wird die Isar in einen Seitenkanal umgeleitet, der bei Oberföhring beginnt und nach rd. 53,6 km in das Oberwasser des Uppenborn-Kraftwerkes zur Isar zurückkehrt. Zur Umleitung wird gegenüber Oberföhring ein Wehr in die Isar eingebaut, wodurch der Mittelwasserspiegel des Flusses um 4,45 m angestaut wird. Das Gefälle des Kanals wird in vier Stufen nutzbar gemacht, und zwar nach Abb. 2 mit folgenden Fallhöhen: bei Finsing je nach der Wasserführung der Isar 8,5 bis 12 m, i. M. 11,0 m,

„ Aufkirchen	26,4 „
„ Eitting	25,3 „
„ Pfrombach	21,1 „

Die gesamte Fallhöhe beträgt also rd. 84 m.

Es erwies sich, daß zum Ausgleich der Wasserführung der Isar ein Speicherweiher am oberen Ende des Kanals von großem Vorteil sein würde. Da sich ein solcher von Natur nicht darbot, wird neben dem Kanal und ihm gleichlaufend ein großer flacher Weiher in einem nach Norden schwach abfallenden Gelände künstlich geschaffen. Hier lassen sich durch Staudämme rd. 30 Mill. m³ Wasser sammeln, die die Betriebswassermenge des Kanals in trockener Zeit wesentlich ergänzen. Der Weiher bedeckt eine Fläche von 6,7 km², ist rd. 7 km lang und 1 km breit bei einer mittleren Tiefe von 3,6 m. Das erhöhte Abflußvermögen im ersten Teil des Kanals wird zur Auffüllung des Weihers ausgenutzt. Dieser soll als Jahres-, Monats-, Wochen- und Tagesspeicher dienen, vor allem aber ein Aufbessern des Winterwassers ermöglichen, so daß nach dem Betriebsplan die mittlere Betriebswassermenge in trockenen Zeiten an Werktagen auf 55 m³/s, stundenweise auf der Höchstbetriebsmenge von 125 m³/s gehalten werden kann. Dadurch können Zusatzleistungen von 50 000 PS während 12 h gewonnen werden. Diese Wirkung läßt der zeichnerische Wasserwirtschaftsplan, Abb. 3, für das Jahr 1915/16 nach der Doktorarbeit von Grünig (1921) erkennen. Der Weiher gestattet, auch im trockenen Winter die Tagesspitzen mit der Volleistung der Anlage abzugeben.

Am unteren Ende des Kanals ist ein Ausgleichweiher von 3 Mill. m³ Fassungsraum vorgesehen, der bei Spitzenleistungen der Kraftwerke eine gleichmäßige Wasserabgabe an den Unterlieger ermöglicht. Die Ungleichmäßigkeit im Wasserverbrauch soll innerhalb eines Tages vollständig ausgeglichen werden.

Abb. 1. Übersichtsplan über den Ausbau der Mittleren Isar.

Leistung der Kraftwerke. Mit Hinzunahme des Speicherweihers kann den Kraftwerken im Jahresmittel eine Betriebswassermenge von 95 m³/s zugeführt werden. Die Leistungen der vier Werke berechnen sich hiernach am Stromerzeuger wie folgt:

Finsing	7150 kW
Aufkirchen	17 150 „
Eitting	16 450 „
Pfrombach	13 600 „
zusammen:	54 350 kW = 82 200 PS

an der Turbinenwelle.

Die verfügbare Jahresarbeit beträgt rd. 480 000 Mill. kWh.

Landeskultur.

Das Erdinger Moos, eine geneigte, nach Norden abfallende Ebene, die im Osten und Westen von tertiären Ablagerungen und Moränenhügeln begrenzt ist, leidet unter der Nässe eines Grundwasserstromes, der von den südwärts gelegenen Höhen in großer Mächtigkeit (9 bis 11 m) eintritt. Dieser Grundwasser-

[1] Pläne und Bildvorlagen sind in entgegenkommender Weise von der „Mittleren Isar A.-G." überlassen worden, und Angaben über die Bauanlagen verdankt der Verfasser der Veröffentlichung des Ministerialrat Krieger „Die Großwasser-Kraftanlagen der Mittleren Isar, München 1921; s. a. Thoma, Die Kraftwerksbauten der Mittleren Isar, Elektro-Journal 1921.

Abb. 2. Höhenplan der Mittleren Isar.

strom soll durch einen bis 14 m tiefen Graben, der sich in 10 km Länge südlich vom Stauweiher hinzieht, Abb. 1, abgefangen werden. Gleichzeitig beabsichtigt man, aus dem Aushub des bis 53 m breiten Grabens die Erdmassen für die Schüttung der Staudämme zu gewinnen sowie das Betriebswasser um 5 bis 10 m³/s zu vermehren und es im Winter durch das wärmere Grundwasser zum Schutze gegen Eisbildung zu erwärmen. Vor allem will man das Moos nachhaltig entwässern, wodurch sein landwirtschaftlicher Ertrag erheblich gesteigert werden kann. Auf dem durch die Meliorierung gewonnenen guten Kulturboden soll hochwertiges Siedlungsland von 15 000 bis 20 000 ha Fläche erschlossen werden.

Neben dem Kanal und südlich vom Stauweiher sollen Fischteiche angelegt werden, Abb. 1. Die Abwässer der Stadt München werden bis jetzt ungereinigt der Isar zugeführt. Nach der Entziehung des Betriebswassers für die Kraftwerke würde dies aus gesundheitlichen Rücksichten nicht mehr zulässig sein. Diese Abwässer sollen daher in Fischteichen nach vorheriger Klärung durch Fischzucht ausgenutzt werden, wobei auch wertvolle Dungstoffe für die Landwirtschaft zu gewinnen sind. Nach den Erfahrungen in andern Städten, wie z. B. Straßburg, erhofft man gute Erfolge. Das gereinigte Abwasser soll dem Betriebskanal zugeleitet werden. Erforderlichenfalls sollen künstliche Bewässerungen für das Erdinger Moos neben dem Betriebskanal angelegt werden. Über die gemeinsame Benutzung des Kanals für Kraftwirtschaft und Schiffahrt wird später gesprochen werden.

Wir erkennen, daß mit dem Ausbau der Mittleren Isar auch bedeutende landeskulturelle Aufgaben gelöst werden sollen, die die Einträglichkeit des Unternehmens und seine volkswirtschaftlichen Wirkungen zu steigern geeignet sind. Anderseits steht dem gegenüber, daß der Fluß auf die lange Strecke von wenig unterhalb Münchens bis Moosburg zeitweise fast gänzlich entleert wird. Ich habe zu der Frage, ob es zweckmäßiger ist, einen Flußlauf in seinem Bett auszubauen oder Kraftgewinn und Schiffahrt in einen Seitenkanal zu verlegen, in Z. 1921 S. 41 ff. anläßlich der französischen Pläne über den Ausbau des Rheins zwischen Basel und Straßburg eingehend Stellung genommen. Der Einzelfall bietet seine Eigenheiten. Es kann angenommen werden, daß durch die Isarumleitung mancherlei Belangen der Anlieger, landwirschaftliche Nutzungen, Grundwasserstand u. a. m. am alten Flußlaufe berührt werden. Man wollte anfänglich das Isargefälle durch acht bis zehn hintereinander geschaltete Kraftwerke unmittelbar neben dem Flußlaufe ausnutzen. Ob die Vorteile, die durch den Bau des Seitenkanals und durch Verminderung auf vier Stufen für den Kraftbetrieb und durch die Kostenersparnis bei den Kraftwerken sicherlich erreicht werden, die etwa eintretenden Wirtschaftserschwernisse im Isartal und sonstige ungünstige Nebenwirkungen übertreffen, kann hier nicht untersucht werden. In gesundheitlicher Hinsicht hat an der Isar die Entziehung von Flußwasser weniger Bedeutung als in Mittelgebirgs- und Flachlandtälern, weil ihre Trockenzeit in den Winter fällt.

Die Bauanlagen.

Das Wehr in der Isar bei Oberföhring

gibt ein Bild von der Anwendung der durch Erfahrung, Versuch und Erkenntnis bei der Behandlung geröllführender Gebirgsflüsse gewonnenen Grundsätze. Einige dieser Gesichtspunkte für den Bau und Betrieb sollen darum allgemein dargelegt werden.

Die Wasserfassung. Bei der Einrichtung der Staustufen für die Umleitung des Wassers nach den Werkkanälen ist in Bayern, wo nicht auf die Schiffahrt, so doch meist auf die Flößerei Rücksicht zu nehmen. Das geschieht durch den Einbau einer Floßgasse. Überwiegende Sorgfalt erfordert die Verschotterungsgefahr. Auch diese weit ausgreifende Frage erfordert wie bei den Talsperren, so auch bei dem Kraftausbau der bayerischen, reich geschiebeführenden Gebirgsflüsse eine stete Aufmerksamkeit der Ingenieure.

Wasserentziehung nach dem Betriebskanal und Zurückhaltung des Geschiebes oberhalb des Wehres sind einschneidende Eingriffe in einen geregelten Flußbau, bei dem für das Arbeitsvermögen, den Flußangriff und Widerstand des Flußbettes mit Mühe in oft jahrelanger Arbeit und mit großen Kosten ein Gleichgewichtzustand hergestellt ist. Schon frühzeitig bei dem Bau der ersten Werke (Gersthofen, Isarwerke u. a.) hat man sich bemüht, der Sache Herr zu werden. Die Ablagerungen der besonders bei Hochwasser mitgeführten

Abb. 3. Wasserwirtschaftsplan (Energievorrat, Energiebedarf und Energiedeckung für das Jahr 1915).

s- und Schottermengen vor dem Wehr, am Einlauf und auf oberen Strecke des Betriebkanals können für den Betrieb eheure und kostspielige Arbeiten verursachen, und diese enarbeiten, die mit dem Zweck des Unternehmens doch in keinem Zusammenhang stehen, können mehr Maschinen, äte und Menschenkraft erfordern als der regelrechte sserkraftbetrieb selbst. Das ist kein ordnungsmäßiger Zu- id, der überdies die Einträglichkeit der Wasserkraftwirt- aft erheblich beeinträchtigt.

In langjährigen Erfahrungen hat man die Haupt- ordernisse des Wehrbaues erkannt: man muß einen seitlichen Einlauf zum Betriebkanal und für eine mehrere Meter über die Flußsohle erhöhte Lage der Ein- stelle sorgen, so daß das an der Sohle schleifende Geröll t in den Kanal gelangt. Damit es seinen unaufhaltsamen g nehmen kann, sind tiefliegende Gerinne vor, hinter oder r dieser Schwelle anzuordnen, die die Kiesmassen durch Wehr oder vom Kanaleinlauf nach dem Unterwasser des res mittels Spülschleusen abführen.

Leider mußte man die Erfahrung machen, daß auch dies nicht er ein ausreichendes Abwehrmittel ist. Die Kiesschleusen, wohl bei Niedrigwasser und Mittelwasser ihren Dienst versagen bei größerem Hochwasser, da dann das Unter- ser so hoch steht, daß die Schleusen keine Spülkraft mehr

Abb. 4. Lageplan des Wehres bei Oberföhring mit Einlaufbauwerk.

Abb. 5. Schnitt *a-b* durch den Wehrkörper.

Abb. 5 bis 8.
Schützenanlagen für das Oberföhringer Wehr.

Abb. 6 u. 7.
Vorderansicht und Schnitt.

Abb. 8.
Teilgrundriß des Wehres.

Abb. 9. Kanaleinlauf und Schnitt durch die Spülkanäle.

haben. Die Kiesmassen gelangen dann zur Ablagerung und müssen durch Bagger gehoben und durch Fördermittel, wie Paternosterwerke, Gleise usw., entfernt werden.

Bei älteren Anlagen wurden mitunter feste Wehre ausgeführt, später aber meist solche aus festen und beweglichen Teilen, und die Hauptsache war dabei, dem Hochwasser soweit Abfluß zu gewähren, daß Überschwemmungsgefahr vermieden wird (s. auch Z. 1921 S. 775). Neuerdings hat man die Wehre in ganzer Breite beweglich gemacht (Innwehr bei Jettenbach, Wehr bei Oberföhring), um Geschiebe-Eis und Treibzeug glatt abführen zu können. Die Stauwerke sind im allgemeinen mit längeren Betriebkanälen verbunden; ohne solche kommen sie bei den Kanalisierungsstrecken des Mains und der Donau unterhalb Kehlheim sowie vereinzelt in kleinen Bächen in Betracht, wohingegen man am Main-Donau-Kanal die Kraftwerke meist in besonderen Umleitungskanälen anlegen, also eine vollständige Trennung von Schiffahrt und Kraftgewinn herbeiführen will. Die obere Donau von Ulm bis Kehlheim soll grundsätzlich durch Seitenkanäle ausgebaut werden.

Bemerkenswert ist, daß die Böden der Wehre zum Schuß gegen treibende Steine und Geröll mit Holzbelag bedeckt sind. Fischpässe sind im allgemeinen nicht vorgesehen.

Tiefgründung der Wehre. Wasserersparnis und Sicherheit der Bauwerke haben Anlaß gegeben, die neuen Wehrbauten in Bayern tief zu gründen. Wie sehr eine sorgfältige Bodenuntersuchung hierbei geboten ist, hatte der Fall des Saalachwehres bei Reichenhall erwiesen. Nachdem hier die Notlage geboten hatte, Druckluftgründung mit Senkkastenabteufung anzuwenden, ist man neuerdings mehrfach zur Tiefgründung dieser Art übergegangen. Man teuft hierbei an der Oberwasserseite eine dichte Wand bis auf den geschlossenen Felsgrund ab. Eine Gründung nach dieser Bauweise ist auch am Isarwehr der Mittleren Isar ausgeführt. Wo zu einem solchen Tiefabschuß nicht Druckluftgründung benutzt wird, hat man ihn durch tiefreichende Spundwände zu erreichen versucht (Isarwehr bei Krünn).

Bei der Wahl der Wehrbaustelle ist Vorsicht geboten, um die Sicherheit des Wasserbezuges nicht durch Versickerungen zu gefährden. Diese Frage war u. a. für das Isarwehr des Walchenseewerkes zu prüfen, und dieses mußte vornehmlich deswegen so hoch hinauf bis Krünn, nächst Mittenwald, vorgeschoben werden, weil an der Einmündung des Finzbaches bei Wallgau Isarwasser in erheblicher Menge versickert.

Bauweise der Wehre. Die Wehre werden meist in Beton ausgeführt, zum Teil in ziemlich feingegliederter Weise. Der Beton paßt sich den wechselnden Formen der Wehrge tung, die sich aus den verschiedenen Zweckbestimmu ihrer Teile — wie festem Überlauf, Wehrverschlußunterbau, und Grundschleusen usw. — herleitet, am besten an und einen glatten Wasserabfluß mit geringer Reibung. A dings wäre zu erwägen, ob nicht, soweit jene Rücksi nicht zu nehmen sind, ein Aufbau in Bruchsteinen und N steinen in den landschaftlich meist großartigen Gebirgst wirksamer sein möchte als die fremdartige, abgeputzte, k liche Steinmasse des Betons. Als Wehrverschlüsse Schützen und Walzen mit Erfolg angewandt worden.

Das Wehr in der Isar, Abb. 4 bis 8, wird Schützenwehr mit vier Öffnungen von je 17 m l. W. ausge und ist auf tieferem Flinz mittels einer Betonplatte gegrü die gegen Oberwasser durch eine Betonquerwand aus S kästen, im Unterwasser durch eine 9 m tiefe eiserne Sp wand abgeschlossen wird. Der obere etwa 14 m tiefe Abs ist unter Zuhilfenahme von Druckluft bis zum festen F letten eingebracht. Diese Tiefgründungen an der C wasserseite sind, wie bemerkt, eine neuere Erfahrung bayerischen Wehrbaues. Die eisernen Schützentafeln 5,65 m Höhe können mit Motoren oder von Hand durch W werke gehoben werden, Abb. 5, die in einem hausartigen U bau untergebracht sind. Ein Laufkran bestreicht diesen F und bedient zugleich die Dammbalken, die dort gelagert den. An die Schützenwand schließt sich ein 45 m langes mauertes Sturzbett an, das mit Holz abgedeckt ist. Der a tektonische Aufbau ist das Ergebnis eines Wettbewerbs.

Der Kanaleinlauf neben dem Wehr, Abb. 4 u ist schräg unter 45° gegen die Flußachse gerichtet, währen sprünglich eine dem Flusse gleichlaufende Lage geplant Beobachtungen an bayerischen Anlagen haben aber erke lassen, daß die letztere Bauart geeignet ist, das Eindringen Kies in den Kanal zu begünstigen, auch einen starken Ge verlust bei Hochwasser aufweist. Modellversuche bestäti dies. Der 46,6 m breite Kanaleinlauf ist durch Schützen geschlossen. Neuartig sind die Einrichtungen zur Ableitung Kieses. Unter dem Einlauf sind Spülkanäle angeordnet, in das Unterwasser des Wehres ausmünden und von d Wirksamkeit man nach Versuchsergebnissen das Beste hofft. Sie können beiderseits durch Schützen abgeschlo werden. Zur Beförderung der Kies- und feinen Sandma in Zeiten geringer Wasserführung ist noch ein besond Klärbecken angeordnet, das von Zeit zu Zeit durch Spü nach dem Unterwasser entleert wird. [11

(Schluß folgt.)

Geplantes Großkraftwerk am Niagara.

Ein neuer Vorschlag für den weiteren Ausbau der Niagarakraftwerke auf amerikanischer Seite geht dahin, das Wasser schon etwa 6,4 km oberhalb der Fälle zu fassen und in einem rd. 10,4 km langen Kanal einem bei Lewiston zu erbauenden Kraftwerk zuzuführen. Hier würden bei 91,5 m Nutzgefälle rd. 450 000 PS erzeugt werden können. Der Strom soll in vierfacher Drehstrom-Freileitung mit 220 kV dem Stadtbezirk New York zugeführt werden. Die hier bestehenden Elektrizitätswerke hätten dann in der Hauptsache die Leistungsspitzen zu decken, so daß für das Wasserkraftwerk selbst eine Vollbelastung für etwa 7500 h im Jahr angenommen werden kann. Die Baukosten des Kraftwerkes nebst Kanal werden zu rd. 34,2 Mill. $, die der Übertragung und Verteilung auf rd. 27,5 Mill. $ geschätzt. Der Stromverkaufspreis an den Verteiltransformatoren wird zu 0,47 c/kWh berechnet. Er betrug im Jahren 1920 in New York etwa 1 c/kWh, so daß 1(15 Mill. $ im Jahr gespart würden.

Der Kanal ist vorläufig 18,85 m breit angenommen. dem Eintritt in die Schieberkammer verbreitert er sich 96,6 m, so daß die Wassergeschwindigkeit von 1,825 auf 0,3 m/s herabgesetzt wird. Unter Umständen soll der K aber auch im ganzen mit erheblich größerem Quersc ausgeführt und für Schiffsverkehr eingerichtet werden.

Nach dem vorliegenden Entwurf sind neun unter 45° neigt durch den Fels des Steilufers gebohrte und mit B ausgekleidete Druckleitungen von 4120 mm l. W. und stehende Turbinendynamos für 45 000 kVA vorgesehen. Transformatoren für 12 000/220 000 V sollen neben dem K haus im Freien aufgestellt und mit den Stromerzeugern mittelbar elektrisch verbunden werden, so daß die g Schaltanlage für 12 000 V entfallen würde. [M 343]

Blitzschutz für Freileitungen mit besonderer Berücksichtigung der Erfahrungen in Südafrika.

Von Hermann Bohle, Kapstadt.

Behandelt werden Schutzvorrichtungen gegen Überspannungen, hervorgerufen durch Gewitter und andre äußere Ursachen. — Unmittelbare Einschläge sind sehr selten. — Neue Anlagen sind hauptsächlich gegen die sehr häufigen Induktionswirkungen benachbarter Einschläge zu schützen. — Kritik der gebräuchlichsten Einrichtungen: Schutzdrähte, Erdung des Nullpunktes, Hörnerblitzableiter, elektrolytische Ableiter, Kondensatoren und Wasserstrahlerder.

Es gibt wohl wenige Länder, wo Überspannungen durch Gewitter so häufig sind wie im Gebiet der goldenen Stadt Johannesburg in Transvaal, am sogenannten Rand. Im Sommer ist fast jeden Tag mit einem Ge-…r zu rechnen, und die Betriebsingenieure haben oft eine …eibende Zeit. Da aber Unterbrechungen des Betriebes …ße finanzielle Verluste nach sich ziehen, so ist es nicht zu …vundern, daß ungewöhnlich große Summen für Blitzschutz…chtungen ausgegeben worden sind. Es gibt kaum eine Er…ung in dieser Hinsicht, die in Johannesburg nicht versucht …den ist, aber ein Erfolg hat sich meistens nicht gezeigt. …wenigsten Unterbrechungen kamen da vor, wo mit hohen …iebspannungen gearbeitet wird. Während z. B. an 20 000 V-…40 000 V-Leitungen Störungen häufig sind, kommen sie bei …00 V-Leitungen nur vereinzelt vor. Für Freileitungen, die …150 000 V Betriebspannung und wenigstens 300 000 bis …000 V Durchschlagspannung bei Regenwetter gebaut sind, …wenig zu fürchten. Solche Spannungen sind heute in …rika bereits im Betrieb.

Wir müssen nun zwei Arten der Überspannungen unter…iden:

1. solche, die durch äußere Umstände und Gewitter ver…cht werden, und
2. Überspannungen, die ihren Ursprung in der Anlage, im …ungsnetz selbst oder in Isolationsfehlern haben.

In diesem Aufsatz sollen nur die Überspannungen …olge Gewitters und anderer äußerer Um…nde behandelt werden. Ihre Ursachen sind

Höhenunterschiede;
Wind und Staub in trockner Luft;
unmittelbarer Einschlag;
Induktionswirkungen benachbarter Einschläge.

Überspannungen durch Höhenunterschiede sind allgemein …den heutigen hohen Betriebspannungen von geringerer …tigkeit.

Überspannungen statischer Art, durch Staub hervor…ufen, können leicht abgeleitet werden. Sie sind bei den …igen Betriebspannungen ebenfalls ungefährlich.

Ein unmittelbarer Einschlag hat gewaltige Wir…gen, aber ein solcher kommt höchst selten vor. Sie reichen …hiesiger Erfahrung höchstens 1½ km nach beiden Seiten. …öhnlich brennt die Leitung durch, und der Blitz fährt über …Abspannmast zur Erde. Maschinen und Geräte könnten …gegen solche Gefahren wirksam geschützt werden, indem …die Leitungen 1½ km vom Gebäude ab unterirdisch ver…oder aber sie mit einem geerdeten Drahtnetz umgibt.

Induktionswirkungen benachbarter Einschläge

…die gefährlichsten, weil sie am häufigsten vorkommen. …verursachen Entladungen über Isolatoren, wodurch Erd…isse entstehen, die oft in Fehler zwischen den Phasen …gehen. Außerdem erzeugen sie beträchtliche Spannungs…hungen an angeschlossenen Transformatoren, die oft …hbrennen.

Die verschiedenen Schutzeinrichtungen, die an…andt worden sind, sind: Schutzdrähte, Erdung des Null…ktes, Hörnerblitzableiter, elektrolytische Blitzableiter, Kon…atoren und Wasserstrahlerder.

Schutzdrähte.

Eine Leitung ist vollständig gegen Gewitter geschützt, wenn …sie in die Erde legt. Bei Freileitungen erzielt man die…e Wirkung, wenn man die Erde um die Leitung legt, was …h gut geerdete Schutzdrähte geschehen kann. Für eine …ige Sicherung würden jedoch eine große Zahl Drähte er…erlich sein, wodurch die Ausführung sehr teuer würde, da …uch die Leitungsmasten der großen Belastung wegen …ker gemacht werden müßten.

Die meisten Stürme in Transvaal kommen von Südwest. …könnte nun annehmen, daß bei einer Anordnung der von …n nach Westen laufenden doppelten Drehstromleitungen, …1, mit drei Schutzdrähten darüber die äußeren Leitungen …ger geschützt seien als die inneren. Bei 3500 Entladungen …jedoch der Anteil der drei Phasen 33, 34 und 33 vH, also …h. Die drei Schutzdrähte wirken übrigens nur, wenn die …uenz der Entladungen hoch ist.

Schutzdrähte

Abb. 1. Anordnung von drei Schutzdrähten für eine Drehstrom-Doppelleitung.

Erdung des Nullpunktes.

Von großer Gefahr für eine Anlage sind sogenannte aussetzende Erdschlüsse, die außergewöhnlich starke Resonanzschwingungen hervorrufen können. Bei einer isolierten Anlage, bei der der Nullpunkt nicht geerdet ist, ist die Gefahr besonders hoch. Während der Zeit eines Erdschlusses in einer Phase steigt die Spannung der unbeschädigten Phasen von $\frac{V}{\sqrt{3}}$ auf V, so daß Schwingungen entstehen können, deren Frequenz der natürlichen Frequenz des Systems gleichkommen kann. Alle Bedingungen für die Schaffung einer Hochfrequenz-Stromquelle, nämlich Hintereinanderschaltung von Kapazität und Induktion, sind ja vorhanden.

Solche Gefahren können durch unmittelbare Erdung des Nullpunktes vermieden werden. Aber in diesem Falle nehmen die Kurzschlußströme bei Erdschluß zu hohe Werte an. Man erdet deshalb den Nullpunkt durch Widerstände, die den Strom auf 1000 bis 1500 A begrenzen. Der beste und billigste Widerstand für diese Zwecke ist ein Wasserkasten. Metallwiderstände sind zu teuer und unbequem, während das Andrehen eines Wasserhahnes sehr einfach ist.

Wenn die Anlage aus Transformatoren mit reiner Sternschaltung und mit zugänglichen Nullpunkten besteht, so ist ihre Erdung dennoch nutzlos. Das rührt von den hohen unausgeglichenen Strömen her, die die Magnetisierungsströme der verschiedenen Phasen verursachen, da diese bei der unsymmetrischen Anordnung einander nicht gleich sind. Erfahrungen haben gezeigt, daß bis zu 5000 kVA unausgeglichen waren. In solchen Fällen kann man wohl den Spannungs-Nullpunkt, aber nicht den Strom-Nullpunkt erden. Da nun der nicht ausgeglichene Strom hauptsächlich Magnetisierungsstrom ist, so ist seine dritte Harmonische bedeutend, und die Wirkung auf benachbarte Telephonleitungen könnte verheerend werden.

Wenn die Transformatoren jedoch gemischte Dreieck-Stern-Schaltung haben, kann der Nullpunkt geerdet werden,

Sammelschienen
Transformatoren
Erdschlußtransformator
C Strommesser
Stromwandler
R
E
von den Stromerzeugern

Abb. 2. Erdung verschieden geschalteter Stromerzeuger über einen Erdschlußtransformator.

Abb. 3. Nullpunkterdung ohne besonderen Erdschlußtransformator.

da nun der Ausgleichstrom um das Dreieck fließen kann. Bei reiner Dreieckschaltung besteht überhaupt kein Nullpunkt, so daß also bei allen reinen Schaltungen eine unmittelbare Erdung nicht möglich ist.

In solchen Fällen hilft man sich mit einem künstlichen Nullpunkt. Induktionswiderstände, in Stern geschaltet, wären möglich, sind aber zu teuer. Billiger ist ein Transformator mit einer primären Stern- und einer sekundären Dreieckschaltung.

Abb. 4. Nullpunkterdung eines 80 000 V-Netzes über einen 40 000 V-Transformator.

Die Anordnung für verschiedene Stromerzeuger ist in Abb. 2 wiedergegeben. Ein besonderer Erdschlußtransformator ist überflüssig, wenn man die Schaltung nach Abb. 3 anwendet. Die Erdschlußtransformatoren kosten natürlich auch Geld. Um im Falle der 80 000 V-Leitung von Vereeniging nach Johannesburg mit einem 40 000 V-Transformator auskommen zu können, wählte man die Anordnung nach Abb. 4.

Von großer Wichtigkeit ist der Wert des Widerstandes in der Erdleitung. Der Kurzschlußstrom darf natürlich nicht die Aufnahmefähigkeit der Schalter überschreiten, so daß der Widerstand nicht zu klein sein darf. Ist der Widerstand in gewissem Maße zu groß, so kommt man den Gefahren eines isolierten Systems nahe. Man betrachte Abb. 5 bis 8; Abb. 5

Abb. 5. Geerdetes Drehstromsystem.
Abb. 6. Geerdetes Drehstromsystem mit Erdschluß in einer Phase.
Abb. 7. Isoliertes System mit Erdschluß.
Abb. 8. Über Widerstand geerdetes System mit Erdschluß.

kennzeichnet ein gleichmäßig belastetes Dreiphasensystem, dessen Nullpunkt unmittelbar an Erde liegt. Die Spannung aller Phasen gegen Erde ist $\frac{V}{\sqrt{3}}$. Erhält Phase C Erdschluß, so ist $0C$ kurzgeschlossen, und seine Spannung wird null, während die Spannungen der anderen Phasen unverändert bleiben, Abb. 6. Zur Verhinderung weiterer Fehler an den unverletzten Phasen ist dies die beste Anordnung.

Ist jedoch 0 nicht geerdet, d. h. ist sein Widerstand gegen Erde unendlich, und Punkt C erhält Erdschluß, so ist sein Potential wohl das der Erde, aber Phase $0C$ behält seine Spannung, Abb. 7. Infolgedessen ist nun die Spannung zwischen den Punkten A und B und Erde gleich der Linienspannung, also V.

Wird der Nullpunkt durch einen Widerstand geerdet, so erhalten wir bei einem etwaigen Erdschluß einer Phase einen Fall, der zwischen obigen Grenzen liegt, Abb. 8. Die Erhöhung des Potentials der nicht geerdeten Phasenklemmen hängt also von der Größe des Widerstandes zwischen Nullpunkt und Erde ab.

Wenn eine lange Freileitung nur an einem Ende geerdet ist, so kann es vorkommen, daß für Isolationsfehler am andern Ende die Impedanz der Leitung zu dem Erdwiderstand des Nullpunktes hinzugezählt werden muß und sich eine bedeutende Spannungserhöhung ergibt. Es ist dann notwendig, auch den Nullpunkt des fernen Endes zu erden, und bei sehr langen Leitungen können noch zwischengelegte Erdungspunkte in Frage kommen.

Bei der Erdung des Nullpunktes über einen besonderen Transformator kann dessen Sekundärspannung beliebig sein. Es ist natürlich billiger, wenn man den Transformator gleichzeitig nützlich belasten kann, um die Kapitalanlage zu verringern.

Die richtige Erdung des Nullpunktes bringt also folgende Vorteile:

Ein Isolationsfehler irgendeiner Phase wird auf diese beschränkt.
Der Widerstand des Erdschlusses begrenzt den nachfolgenden Strom.
Energieschwingungen werden stark verringert.
Statische Ladungen werden abgeleitet, wie sie entstehen.

Hörner-Blitzableiter.

Wohl keine Vorrichtung ist mehr angewandt worden — sie wird noch immer angewandt — als diese; aber in Südafrika hat sie sich als völlig nutzlos erwiesen. Sie taugt höchstens als ein Gerät, das Überspannungen anzeigt. Der Grund liegt darin, daß diese Ableiter mit einer Verzögerung arbeiten, die so groß ist, daß in der Zwischenzeit der zu schützende Transformator durchgebrannt sein kann. Die eingeschalteten Induktionsspulen ändern daran sehr wenig, da sie allgemein zu klein sind. Der Erdwiderstand ist gewöhnlich so bemessen, daß der Strom auf 10 bis 15 A begrenzt wird. Da aber Induktionsschläge Ströme von 1000 A und mehr hervorrufen, liegt die Nutzlosigkeit solcher Blitzableiter auf der Hand.

Die Gefahr des Bestehenbleibens eines Erdschlusses suchte man durch eine Reihe hintereinander geschalteter Funkenstrecken zu vermindern. Die Durchschlagspannung ist jedoch nicht proportional der Zahl der Lufträume, wie aus Abb. 9 ersichtlich ist. Überhaupt wäre es richtiger, durch

Abb. 9. Einfluß der Funkenstrecke auf die Durchschlagspannung.

Erdschlußwiderstände von Nullpunkten und von Blitzableitern die Leistung und nicht die Stromstärke zu begrenzen. Ein neuzeitlicher Schalter kann wohl 15 000 kVA bewältigen; aus der Beziehung:

$$\text{Widerstand} = \frac{\text{Quadrat der Spannung}}{\text{Leistung}}$$

kann man den Widerstand für den Nullpunkt bestimmen. Für 20 000 V Phasenspannung würde also der Widerstand zur Erdung $\frac{20\,000^2}{15 \cdot 10^6} = 27\ \Omega$ betragen. Welche Widerstände in Wirklichkeit angewandt worden sind, kann man aus Abb. 10 ersehen. Die eingezeichneten Werte der Lufträume erlauben in der Höhenlage von Johannesburg (1800 m) ungefähr 50 % Spannungserhöhung. Um Überschläge durch Wind zwischen den Phasen zu vermeiden, ist die Anordnung nach Abb. 1 vorzuziehen.

Aus dem Gesagten wird es klar, daß man mit den gewöhnlichen Anordnungen keine großen Energiemengen ableiten kann. Es muß hinzugefügt werden, daß die Verzögerung in der Wirkung von Hörnerblitzableitern auch von der Kurvenform der Überspannung abhängt. Ist die Frequenz der Schwingung hoch, so ist die Durchschlagspannung größer, als wenn die Spannung eine niedrige Periodenzahl hat. Die Funkenstrecke für alle Fälle richtig zu setzen, ist also ausgeschlossen. Es ist vorgekommen, daß Entladungen zwischen Sammelschienen vorkamen, weil sie gut abgerundet waren

Abb. 10. Hörnerstrecken und Widerstände bei verschiedenen Spannungen. Funkenstrecken in mm.

Abb. 11. Empfehlenswerte Anordnung von Hörnerstrecken und Widerständen.

wohingegen die viel kürzeren Funkenstrecken der Hörnerblitzableiter gar nicht wirkten. Kugelfunkenstrecken wirken in dieser Hinsicht viel schneller, da ihre Verzögerung sehr klein ist. Die General Electric Co. versieht deshalb ihre Funkenstrecken mit einer unteren Kugelstrecke für die schwersten und heftigsten Schläge, mit einer darüberliegenden Funkenstrecke mit Widerstand für Hochfrequenzschwingungen und mit einer Hörnerfunkenstrecke für Schwingungen niedriger Periodenzahl sowie zum Abreißen des Stromes.

Die Hörnerblitzableiter wurden zuerst in besonderen Räumen untergebracht, aber schließlich waren Arbeiter in solche Fallen nicht mehr hineinzubekommen. Die letzten Anordnungen wurden deshalb im Freien aufgebaut.

Theoretisch sollte man den Ableiter wie folgt behandeln: e sei die Schwingungsspannung, i der Strom und $z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ die Schwingungsimpedanz (oder Leitungscharakteristik), dann ist $i = \frac{e}{z}$. Ist e_n die normale Arbeitspannung, f der Sicherheitsfaktor der Anlage (2 bis 6), gleich der Spannung bei nassem Überschlage, dividiert durch die normale Spannung, dann ist $f\,e_n$ die Überschlagspannung. Die höchste Überspannung ist also $e_m = f\,e_n - e_n = (f-1)\,e_n$. Jede größere Spannung muß überschlagen (aus obengenannten Gründen ist sie jedoch nicht konstant, sondern hängt von der Kurvenform, der Frequenz, dem Barometerstande, der Form und Natur des Isolationsstoffes ab). Der Entladestrom, den der Ableiter bewältigen muß, ist also $i_m = \frac{e_m}{z} = \frac{(f-1)\,e_n}{z}$. Ist R der Erdwiderstand, so ist $R i_m = E$ die höchste Überspannung, die bewältigt werden kann. Damit nun der Ableiter verläßlich arbeitet, muß $E + e_n$ kleiner als die Durchschlagspannung der Leitungsisolation sein, d. h. kleiner als $f\,e_n$.

Allgemein wird die Entladespannung 50 vH größer als die normale gewählt, so daß

$$E + e_n = 1{,}5\,e_n \text{ oder } E = 0{,}5\,e_n = i_m R = \frac{e_m}{z} R = \frac{(f-1)\,e_n\,R}{z}$$

oder $R = \frac{0{,}5\,z}{f-1}$.

Für eine 60 000 V-Leitung ist z ungefähr 500 Ω, so daß für $f = 6 = R = \frac{0{,}5 \times 500}{5} = 50$ Ω ist. Da aber in solchen Fällen der Strom auf ungefähr 5 A begrenzt wurde, so war $R = \frac{60\,000}{5\sqrt{3}} = 7000$ Ω (Sternschaltung).

Man kann weiter schreiben:

$E + e_n = e_n\,\Phi\,(\delta)$, worin δ die Funkenstrecke bedeutet, oder

$$E = e_n\,[\Phi\,(\delta) - 1].$$

Da

$$E = i_m R = \frac{(f-1)\,e_n}{z} R \text{ ist, wird}$$

$$\frac{(f-1)\,e_n}{z} R = e_n [\Phi\,(\delta) - 1]$$

oder

$$R = \frac{[\Phi\,(\delta) - 1]\,z}{f-1} = \frac{\Phi_1\,(\delta)}{\Phi_2\,(f)}.$$

Der Erdwiderstand hängt also von der Funkenstrecke und auch vom Sicherheitsfaktor der Anlage ab.

Schwingungen in Netzen, die durch Gewitter verursacht werden, können verschiedene Frequenzen haben. Ist die Frequenz sehr hoch, so wirkt die Schwingung selbst bei niedriger Spannung wie die eines Hammers und kann die Isolation eines Transformators gefährden. Bei niedriger Frequenz und mäßiger Spannung der Schwingung kommen Störungen ebenfalls vor. Wenn eine solche Schwingung auf eine Wicklung stößt, so wird ihre Geschwindigkeit verringert. Ist die dadurch verkleinerte Wellenlänge genügend kurz geworden, dann kann es vorkommen, daß nebeneinander liegende Spulen durch eine halbe Wellenlänge voneinander getrennt sind, so daß die doppelte Schwingungsspannung zwischen ihnen herrscht. Ein Durchschlag ist dann sehr gut möglich und auch schon vorgekommen. Die ersten Wicklungen oder Lagen besser als die nachfolgenden zu isolieren, hat in diesem Falle wenig Zweck. Transformatoren, die auf diese Weise isoliert worden waren, sind ebenso durchgebrannt wie die andern. Es bleibt eben nichts andres übrig, als die ganze Wicklung stark zu isolieren.

Elektrolytische Blitzableiter.

Der Aluminiumableiter wirkt wie eine polarisierte Zelle und hat eine effektive Gegenspannung von ungefähr 330 V (bei Gleichstrom ist die kritische Spannung 420 V). Bis zu dieser Spannung fließt in der Zelle ein kleiner Strom, wird sie jedoch überschritten, so ist der Strom nur durch den inneren Widerstand der Zelle begrenzt. Ströme von 600 bis 1000 A können durch diese Ableiter bewältigt werden, so daß sie den wirklichen Erfordernissen viel näher als die gewöhnlichen Hörnerblitzableiter kommen. Die Zahl der Zellen z. B. für eine 20 000 V-Anlage mit isoliertem Nullpunkt kann man wie folgt berechnen:

Die Phasenspannung beträgt $\frac{20\,000}{\sqrt{3}} = 11\,540$ V, so daß die Zahl der Zellen $\frac{11\,540}{300} = 39$ sein würde, wenn man 300 V auf eine Zelle rechnet. Wenn nun eine Phase Erdschluß erhält, so steigt die Phasenspannung der andern Phasen auf 20 000 V, und die betreffenden Ableiter funken oder entladen sich. Um dies zu verhüten, kann man $\frac{20\,000}{300} = 67$ Zellen benutzen, aber dann wirken die Zellen erst bei $67 \cdot 2 \cdot 335 = 44\,900$ V. Es ist also die Anordnung nach Abb. 12 vorzuziehen, wodurch die

Abb. 12

Abb. 13

Abb. 12 und 13. Anordnung von Aluminium-Blitzableitern.

höchste Spannung auf $2 \cdot 34 \cdot 335 = 22\,750$ V oder 114 vH der normalen begrenzt wird. Bei einem Dreiphasensystem mit geerdetem Nullpunkt benutzt man die Anordnung nach Abb. 13; sie erklärt sich selbst. Bei der ersten Anordnung müssen übrigens die Ableiter von Zeit zu Zeit vertauscht werden, da sonst die verschiedenen Töpfe ungleichmäßig gebraucht werden und der vierte Topf bald unwirksam wird.

Die elektrolytischen Ableiter können leider nicht dauernd angeschlossen werden, da sie sich sonst zu stark erwärmen. Um sie im richtigen Zustand zu erhalten, muß man sie täglich laden, was am besten über einen Widerstand, der die Stromstärke begrenzt, geschieht. Damit die Flüssigkeit sich lange hält, muß der Topf kühl gehalten werden. Die Töpfe, die im Freien stehen, werden deshalb weiß angestrichen.

Die Aluminiumzellen haben sich unzweifelhaft besser als andre Ableiter bewährt, aber ein großer Nachteil ist das tägliche Laden, das wohl einfach auszuführen, aber der großen Kapazitätsströme wegen durchaus kein angenehmes Geschäft ist. Vor allen Dingen aber haftet den Ableitern der Nachteil aller Funkenstrecken an, wenngleich die Verzögerung der Kugelstrecken nicht sehr groß ist. Die geringste Ansammlung von Schmutz zwischen den Funkenstrecken ändert außerdem die Überschlagspannung ganz bedeutend. Eine endgültige Lösung bedeuten diese Ableiter also auch nicht.

In den letzten Jahren sind an Stelle der Aluminiumableiter solche aus Bleisuperoxyd — ebenfalls eine Steinmetzsche Er-

findung — getreten. Diese haben den Vorteil, daß sie nicht ständig geladen zu werden brauchen. Der Nachteil der Funkenstrecke haftet ihnen aber auch an.

Die Kondensatoren

bestehen aus dünnen Glasröhren mit innerem und äußerem Belag. Sie werden durch Sicherungen und Schellen an die

Abb. 14. Anordnung der Schutzkondensatoren.

Leitungen gelegt und geerdet, Abb. 14. Der Ladestrom ist $J = 2\pi f E C$, worin f die Frequenz, E die Spannung und C die Kapazität bedeuten. Solche Ableiter wirken also für hohe wie für niedrige Frequenzen irgendeiner Spannung, so daß sie im Grunde alle Ableiter übertreffen. Wie sie aber bisher gebaut worden sind, sind sie als Blitzschutz unbrauchbar, wie überhaupt eine Ableitungsstelle mit einer Sicherung für 3,5 A nicht anders sein kann. Um aber Kondensatoren zu bauen, die einen Strom von 1000 A und mehr bei hohen Spannungen sicher zur Erde führen können, dazu gehören denn doch mehr als dünne Glasröhren.

Wenn sie mit Widerständen in Reihe geschaltet werden, kann man sie jedoch dazu benutzen, um die Ansammlung von Hochfrequenzladungen zu verhüten. Die in Johannesburg benutzten Kondensatoren explodierten beim ersten Gewitter.

Wasserstrahlerder.

Da Wasserstrahlableiter die Leitungen unmittelbar mit der Erde verbinden, so sind sie geeignet, statische Ladungen abzuleiten, sobald diese sich bilden. Für größere Energiemengen sind sie des hohen Widerstandes wegen völlig ungeeignet, so daß sie als Blitzschutz gar nicht in Betracht kommen, obgleich sie auch dafür benutzt worden sind. Da sie außerdem teuer sind, so werden sie besser durch eine Erdung des Nullpunktes ersetzt. [A 1360]

Wilhelm Conrad Röntgen †

Am 10. Februar 1923 ging der berühmte Physiker Wilhelm Conrad Röntgen zum ewigen Frieden ein. Es gibt wohl kaum einen gebildeten Menschen auf der ganzen Welt, dem er nicht wenigstens dem Namen nach bekannt wäre. Röntgen, geboren am 27. März 1845 in Lennep, war seit 1876 Professor in Straßburg, seit 1879 in Gießen. 1888 ging er nach Würzburg und 1899 nach München, wo er Anfang des Jahres 1920 in den Ruhestand trat[1]).

Röntgen hat sich auf den verschiedensten Gebieten der Physik als Forscher betätigt. Wir kennen an 70 Originalarbeiten von ihm. Von diesen haben die folgenden eine allgemeine Bedeutung gewonnen: Bestimmungen des Verhältnisses der spezifischen Wärmen $+\frac{c_p}{c_v}$ von Luft und einigen andern Gasen, Messungen der Wärmeleitfähigkeit an Kristallen, Untersuchungen über die elektromagnetische Drehung der Polarisationsebene in Gasen, eine Theorie der Konstitution des flüssigen Wassers, Bestimmungen des Absorptionsvermögens des Wasserdampfes für Wärmestrahlen und besonders seine fundamentalen Versuche über die elektromagnetische Wirkung eines im homogenen elektrischen Felde bewegten Dielektrikums.

Seinen Weltruf jedoch verdankt er einer einzigen gewaltigen Entdeckung, nämlich der nach ihm benannten Strahlen, die er zum ersten Mal im Jahre 1895 in Würzburg beobachtete. Die Geschichte der Entdeckung dieser Strahlen ist bekannt genug und braucht hier nicht wiedergegeben zu werden. In drei kurz hintereinander erschienenen Abhandlungen „Über eine neue Art von Strahlen" hat Röntgen sodann auf Grund außerordentlich folgerichtiger systematischer Untersuchungen bereits alle wesentlichen Eigenschaften dieser neuen Strahlen vollkommen richtig beschrieben. Diese Arbeiten enthalten kaum ein Wort, das nicht von der bald in der ganzen Welt mit großem Eifer betriebenen Forschung über dieses Gebiet bestätigt worden wäre. Erst die spätere Forschung, insbesondere seit dem Jahre 1912, wo v. Laue, Friedrich und Knipping die Beugbarkeit der Röntgenstrahlen durch das Molekulargitter der Kristalle fanden, konnte über das, was Röntgen selbst ermittelt hatte, hinausgelangen.

[1]) Sein Leben und Wirken ist gelegentlich seines 70. Geburtstages in Z. 1915 S. 273 eingehender von A. Sommerfeld geschildert worden.

Von den bereits von Röntgen selbst gefundenen und in ihrer Bedeutung voll erkannten Eigenschaften der Röntgenstrahlen waren es vornehmlich die geradlinige Ausbreitung und die große, aber mit der Dichte der durchstrahlten Stoffe wechselnde Durchdringungsfähigkeit sowie die Fluoreszenzerregung und die Wirkung auf die photographische Platte, die den neuen Strahlen mit einem Schlage ein großes Anwendungsgebiet in der Medizin sicherten. Die Folge war die Entstehung einer ganz neuen Industrie, die in engem Zusammenarbeiten von Technikern, Physikern und Ärzten, die zuerst nur für diagnostische Zwecke, später aber, als man die starke biologische Wirkung der Strahlen erkannte, auch für die Therapie gebrauchten Apparate zu bedeutender Höhe ausgebildet hat und ständig weiter entwickelt.

Eine hervorragende technische Verwendung, die heute mehr und mehr an Bedeutung gewinnt, fanden die Röntgenstrahlen auch bald zur Untersuchung von Werkstücken mancherlei Art auf Risse, Sprünge, Gußfehler und dergl. Die Physik der Röntgenstrahlen nahm einen gewaltigen Aufschwung, der für das gesamte Wissensgebiet der Naturwissenschaften von größter Bedeutung wurde, nach der schon oben erwähnten Entdeckung der Kristallinterferenzen der Röntgenstrahlen. Diese Entdeckung zeitigte unter anderem das ganz neue Forschungsgebiet der Röntgenstrahlen-Spektroskopie, die das uns bekannte Gebiet der elektromagnetischen Wellen über die ultravioletten Strahlen von etwa 200×10^{-8} cm Wellenlänge hinaus bis herunter zu Wellenlängen von $0{,}05 \times 10^{-8}$ cm erweiterte.

Wir lernten ferner die charakteristischen Spektren der Atome kennen, die eine der wichtigsten Grundlagen für die vor allem durch den Dänen Niels Bohr neuerdings so erstaunlich geförderte Kenntnis des Baues der Atome bilden. Anderseits gewannen wir eine nahezu allgemeingültige Methode zur Untersuchung der kristallinischen Struktur beliebiger Stoffe, deren Früchte, sei es in der Kristallographie oder in der Metallographie oder in der Untersuchung von Faserstoffen, heute wohl erst zu einem geringen Teil geerntet worden sind.

Es ist also nicht zu verwundern, daß die Wissenschaft der ganzen Welt in Röntgen seit langem einen ihrer großen Pioniere verehrt, dessen Leistung ein unvergängliches Denkmal deutscher Kultur für alle Zeiten bleiben muß. [M 359] Behnken.

RUNDSCHAU.

Lade- und Lagervorrichtungen.

Wagenkipperbrücke.

Die von der Maschinenbau-Aktiengesellschaft Tigler, Duisburg-Meierich, für die August Thyssen-Hütte, Gewerkschaft Hamborn, gebaute erladebrücke, Abb. 1 bis 3, dient dazu, Eisenbahnwagen mit Kohlen, die igweise von den benachbarten Bergwerken herangeführt werden, zu eben, die Wagen dann, an der Laufkatze hängend, über das Schiff oder en Lagerplatz zu verfahren und hier zu entleeren. Zu dem Zweck wird er Eisenbahnwagen durch eine Verschiebewinde auf eine Bühne ge-hren, die an einer in die Laufkatze der Brücke eingebauten Drehscheibe ingt. Die Bühne wird dann mit dem Wagen gehoben, durch Einstellen er Drehscheibe in die für das Entleeren des Wagens am besten ge-gnete Stellung gebracht und über das Schiff oder den Lagerplatz ge-hren, worauf durch Anziehen der Seile auf der einen Seite der Platt-rm die Bühne schräggestellt und, nachdem die Verriegelung der Stirn-and des Wagens gelöst ist, der Wagen entleert wird. In 1 h können 2 bis 15, unter günstigsten Verhältnissen auch bis zu 20 Wagen von t Tragkraft übergeladen werden. Zum Rückverladen der auf dem agerplatz aufgeschütteten Kohlen in die Schiffe wird anstelle der ippbühne ein Selbstgreifer von 15 m³ = etwa 12 t Inhalt in das Hub-erk der Laufkatze eingehängt (Bauart Demag).

TWL 1144[1])

Abb. 1 bis 3. Verladebrücke für die August Thyssen-Hütte, Gewerkschaft Hamborn.

Die Brücke, Abb. 1 bis 3, zeichnet sich durch ungewöhnliche Ab-essungen aus, wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

Spannweite von Mitte bis Mitte Laufschiene	70	m
Wasserseitige Ausladung bis Mitte Laufkatze . . .	31	„
Lichte Brückenhöhe von Oberkante Laufschiene bis Unterkante Träger	18,2	„
Tragfähigkeit der Kipperkatze an den Seilen . . .	55	t

Arbeitsgänge:	Geschwindigkeiten: m/min	Motorleistungen: PS
ben der Bühne	19,65 }	290
ben des Greifers	50,0 }	
ppen der Bühne	11,4	81
tzenfahren	80,0	100
ehen . . . . Uml./min	1,47	38
rschieben der Wagen	30 bis 60	38
ückenfahren	30,0	{ 2 × 150 { 2 × 81,5

Die wasserseitige feste Stütze fährt mit 32 Laufrädern auf zwei hienen, die hintere landseitige Pendelstütze mit 16 Laufrädern auf einer hiene. Gleichmäßige Belastung der Laufräder ist durch Lagerung r Achsen in Schwinghebeln gesichert; infolgedessen ist es möglich, e aus Schwellen mit Längsträgern hergestellte Fahrbahn ohne feste ündung zu benutzen. Die Fahrwerkantriebe sind durch Ausgleich-llen zwangläufig gekuppelt, so daß die Stützen gezwungen sind, h gleichmäßig zu bewegen. Für das Fahrwerk ist eine Schützen-uerung verwandt.

Die Hubwinde, an der die Bühne in acht Seilsträngen hängt, ist f einer Drehscheibe innerhalb der Laufkatze angeordnet. Die vier llen, auf die sich die Drehscheibe stützt, werden durch Motoren an-trieben. Außerdem sind vier seitliche wagerechte Führungsrollen geordnet. Für Heben, Kippen und Katzenfahren dient eine Leonard-euerung, während für das Drehwerk und die Verschiebewinde normale lzenschalter gewählt sind.

Die Eisenkonstruktion ist von C. H. Jucho, Dortmund, entworfen d ausgeführt worden. Besonders bemerkenswert ist, daß die Haupt-ger, der Neigung der Brückenstützen entsprechend, schräg liegen rgl. Abb. 2 und 3), eine ungewöhnliche Anordnung, die bei den be-nderen hier vorliegenden Verhältnissen konstruktive Vorteile und infolgedessen eine Verringerung des Brückengewichtes gegenüber senkrechter Stellung der Träger ergab.

Die technische Bedeutung des Bauwerks liegt nicht so sehr in der Ausbildung der einzelnen Konstruktionsteile, für die im wesentlichen die bekannten Elemente des neuzeitlichen Hebezeugbaues als Vorbild gedient haben, wie in der harmonischen Lösung der Gesamtaufgabe. Die Beherrschung der gewaltigen Kräfte, die sich aus der hohen Nutzlast, der großen Spannweite und Ausladung und den damit zusammenhängenden hohen Eigengewichten ergaben, ist in vollkommener Weise gelungen. Überall sind selbstverständlich erscheinende, klare Konstruktionsformen herausgebildet worden. Das ganze Bauwerk macht trotz der gewaltigen Abmessungen und Gewichte keinen plumpen, sondern einen durchaus gefälligen Eindruck.

Der wirtschaftliche Wert der Einrichtung liegt in der raschen Abfertigung der ankommenden Kohlenzüge und in der Schonung der Kohlen. Das Material wird nicht unnötig umgeladen, und die Eisenbahnwagen werden unmittelbar über der vorhandenen Schüttung entleert, so daß die Kohlen nicht sehr tief zu fallen haben. Dazu kommt noch die Einfachheit und Übersichtlichkeit des ganzen Betriebes und die Beschränkung des Bedienungspersonals auf wenige Leute.

[R 1414] G. v. Hanffstengel.

Maschinenteile.

Eine neue Reibkupplung.

Die neue Reibkupplung der Waggon- und Maschinenbau-A.-G., Görlitz, Abb. 4 und 5, welche die S-förmigen Federn der Dohmen-Leblanc-Kupplung zum Andrücken der Reibbacken benutzt, stellt eine Verbesserung der weitverbreiteten Hill-Kupplung dar. Die Vorzüge der Holzbacken gegenüber Metallbacken, die hauptsächlich in der günstigeren Reibungsziffer und darin bestehen, daß die aufeinander gleitenden Flächen nicht fressen können, kommen hier in höherem Grade zur Geltung, da ein Übelstand der Hill-Kupplung durch die S-Federn vermieden ist; denn bei der Hill-Kupplung muß der Anpreßdruck beim Überschreiten der Strecklage des Kniehebels wesentlich höher sein als im Betrieb. Man rechnet zwar mit einer gewissen Elastizität der Holzbacken und der Gelenke, doch kann diese nur gering sein. Man muß deshalb die Kupplung peinlich genau einstellen, wenn man den gewünschten Anpreßdruck im Betrieb erzielen will.

Bei der Kupplung wird ein innerer Backen durch die am Hebel *a* angeschlossene Feder *b* gegen den Mitnehmerring *c* gedrückt, während der feste Drehpunkt *d* des Hebels *a* am Träger des äußeren Backens sitzt. Das äußere Federende stützt sich gegen den Zapfen *e* der Nachstellschraube *f*, so daß die Federspannung bei Abnutzung der Holzbacken leicht geregelt werden kann. Da man den Anpreßdruck genauer als bisher einstellen kann, läßt sich die ganze Kupplung leichter bauen; ferner sichert dies das Gleiten der Backen bei Überlastungen.

Z23/25

Abb. 4 und 5. Reibkupplung der Waggon- und Maschinenbau-A.-G., Görlitz.

Bei einer Untersuchung durch Prof. Michel, Cöthen, war eine solche Kupplung von 600 mm Dmr. und 152,5 kg Gewicht in einen Wellenstrang mit 285 Uml./min eingebaut, von dem aus eine Dynamomaschine mittels Riemens angetrieben wurde. Die elektrische Belastung konnte aber nicht bis zu der gewünschten Höhe gesteigert werden. Es wurde deshalb noch eine Backenbremse aufgesetzt. Nimmt man den Wirkungsgrad der Dynamomaschine mit 0,85 und den Wirkungsgrad des Riemenzuges mit 0,975 an, so wurde die Kupplung durch die Dynamomaschine mit 78,3 PS und durch die Bremse mit 14,2 PS belastet und hatte im ganzen 92,5 PS zu übertragen. Das ergibt 780 kg Umfangskraft. Die Grenze der übertragbaren Leistung war dabei noch nicht erreicht. Demgegenüber hätte eine Hill-Kupplung für gleiche Leistung etwa 980 mm Dmr. und 355 kg Gesamtgewicht erfordert. Die Kupplung wird mit drei oder vier Paaren von Klemmbacken sowie geteilt und ungeteilt geliefert. [R 1605] Fr.

[1]) Druckstöcke unter dieser Nummer erhältlich von der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale, Berlin NW 87, Huttenstr. 12/16.

Schiffbau und Schiffsverkehr.

Stapelläufe und Probefahrten.

Im letzten Vierteljahr 1922 sind unter anderen die folgenden deutschen Schiffe von Stapel gelaufen:

Name des Schiffes	Art	Werft	Reeder	Länge zw. d. Loten m	Breite auf Spanten m	Seitenhöhe m	Tiefgang m	Raumgehalt B.-R.-T.	Tragfähigkeit t	Maschinen, Leistung PS$_i$	Ge-schwi-digke Kn
Albert Ballin	Fracht- und Fahrgastdampfer	Blohm & Voß, Hamburg	Hamburg-Amerika-Linie	182,5	22,18	16,92	—	22 000	13 000	2 × 6500 Turbinen	15½
München	„	Vulcan-Werke, Stettin	Nordd. Lloyd, Bremen	168,6	19,8	14,55	8,53	9 800	14 000	Kolbenmasch.	15½
Werra	„	A.-G. Weser, Bremen	Nordd. Lloyd, Bremen	140	17,5	13,0	8,53	9 000		2 × 2100 Kolbenmasch.	12½
Wildenfels	Frachtdampfer	J. C. Tecklenborg, Geestemünde	Hansa A.-G., Bremen	130,9	17,15	10,0	—	—	9 500	1 × 3200	—
Hessen	Fracht- und Fahrgastdampfer	Bremer Vulkan, Vegesack	Hamburg-Amerika-Linie	144,4	17,68	10,79	—	8 000	12 395	1 × 4250 Kolbenmasch.	12
Spreewald	Motorfrachtschiff	Deutsche Werft, Hamburg	Hamburg-Amerika-Linie	121,4	16,45	11,67	8,0	—	—	2 × 1550 Dieselmotoren	12
Adolf von Bayer	Fracht- und Fahrgastdampfer	Marine-Werft, Wilhelmshaven	Hugo Stinnes A.-G., Hamburg	129,1	16,48	10,64	—	—	8 100	—	—
Titania	Motorfrachtschiff	Deutsche Werft, Hamburg	W. Wilhelmsen, Tönsberg	—	—	—	—	—	8 000	2 × 1550 Dieselmotoren	—
Dendera	Frachtdampfer	Vulcan-Werke, Stettin	Kosmos-Linie, Hamburg	—	—	—	—	—	6 500	1 × 1800 Kolbenmasch.	—
Livadia	„	Fender A.-G., Lübeck-Siems	Deutsche Levante-L., Hamburg	102,72	14,63	9,60	—	—	5 400	1 × 1500 Kolbenmasch.	—
Wilhelm Kunstmann	„	Vulcan-Werke, Stettin	Kunstmann, Stettin	96	13,7	7,2	—	—	4 600	—	9 bis 1
Robert Köppen	„	Nüske & Co.	Robert Köppen, Stettin	95	14	6,6	5,6	—	4 000	1 × 1200	9
Rostock	„	Janßen & Schmilinsky, Hamburg	Cords, Rostock	100	13,7	6,25	—	—	4 000	1 × 1400	10
Frigga	„	Deutsche Werft, Hamburg	Frigga, Hamburg	—	—	—	—	—	4 000	Getriebeturbinen	—
Käthe	„	Oderwerke, Stettin	R. C. Gribel, Stettin	70,1	11,05	5,385	5,2	—	2 200	Kolbenmasch.	9¼
Düsseldorf	Frachtdampfer für Rhein-See-Dienst	Deutsche Werft, Hamburg	Hamburg-Amerika-Linie	73,5	11	5		1 200	1 550	2 × 300 Getriebeturbinen	9

Die Probefahrt ausgeführt haben unter anderem die folgenden Schiffe:

Name des Schiffes	Art	Werft	Reeder	Länge zw. d. Loten m	Breite auf Spanten m	Seitenhöhe m	Tiefgang m	Raumgehalt B.-R.-T.	Tragfähigkeit t	Maschinen, Leistung PS$_i$	Ge-schwi-digke Kn
Sierra Nevada	Fracht- und Fahrgastdampfer	Vulkan-Werke, Stettin	Nordd. Lloyd, Bremen	—	—	—	—	—	8 300	—	16
Sachsen	„	Bremer Vulcan, Vegesack	Hamburg-Amerika-Linie	143	18	11	—	rd. 9 000	12 400	1 × 4 250	12
Preußen	„	Bremer Vulcan, Vegesack	Hamburg-Amerika-Linie	„	„	„	—	„	„	„	„
Poseidon	Frachtdampfer	J. C. Tecklenborg, Geestemünde	F. Laeisz G. m. b. H., Hamburg	143	17,5	11,5	—	—	10 000	1 × 3 600 Getriebeturbinen	—
Planet	„	J. C. Tecklenborg, Geestemünde	F. Laeisz G. m. b. H., Hamburg	„	„	„	—	—	„	„	—
Carl Legien	Fracht- und Fahrgastdampfer	Marine-Werft, Wilhelmshaven	Hugo Stinnes A.-G., Hamburg	125	11,5	8,7	—	—	8 000	—	—
Weser	„	A.-G. Weser, Gröpelingen	Nordd. Lloyd, Bremen	140	17,5	13	—	9 450	—	2 × 2 100 Kolbenmasch.	12½
Tanganjika	„	Blohm & Voß, Hamburg	Hamburg-Amerika-Linie	137	18	9	—	8 537	7 500	1 × 3 700 Getriebeturbinen	—
Eisenach	„	Vulcan-Werke, Stettin	Nordd. Lloyd, Bremen	110	15,5	8,68	—	4 200	6 300	—	—
Feodosia	Frachtdampfer	Neptunwerft, Rostock	Deutsche Levante-L., Hamburg	102,95	14,73	—	6,3	3 100	5 600	1 × 1 550 Kolbenmasch.	10
Troja	„	Howaldtswerke, Kiel	Deutsche Levante-L., Hamburg	94	13,5	9,15	—	2 700	4 500	—	—
Heraklea	„	Fender A.-G., Lübeck-Siems	Deutsche Levante-L., Hamburg	87,5	12,65	8,50	5,90	—	3 400	1 × 1 100 Kolbenmasch.	10
Diana	„	Nobiskrug, Rendsburg	Flensburger Schiffpartnerverein	80	11,4	—	—	—	2 000	—	—
Arcadia	„	Deutsche Werft, Hamburg	Hamburg-Amerika-Linie	71,2	11,2	6,1	—	940	—	1 × 800 Getriebeturbinen	—

[M320] W. S.

Die Bergung des gekenterten Dampfers „Avaré“.

Die Kunst des Bergens gesunkener Schiffe hat in den letzten Jahrzehnten große Fortschritte gemacht. Bekannt sind z. B. die äußerst schwierigen und umfangreichen Arbeiten, die seitens der Japaner zum Heben der im russisch-japanischen Kriege gesunkenen russischen Kriegschiffe unternommen wurden, ferner die Hebung des im Hafen von Havanna gesunkenen amerikanischen Linienschiffes „Maine“, die Bergung des italienischen Linienschiffes „Leonardo da Vinci“, das kieloben ins Dock geschleppt, dort gedichtet, wieder ausgedockt und schwimmend aufgerichtet wurde. Sehr zahlreich sind die Bergungen von Krieg- und Handelschiffen, die während des Weltkrieges versenkt wurden. Zumeist handelte es sich in allen diesen Fällen um Schiffe, die infolge äußerer Verletzungen ihre Schwimmfähigkeit oder Stabilität verloren hatten, und zwar fast durchweg in Küstengewässern oder Hafeneinfahrten.

Unfall und Bergungsplan.

Es erregte daher nicht geringes Aufsehen in aller Welt, als a 16. Juni 1922 der brasilianische Dampfer „Avaré“ ohne jede Verletzur und inmitten des Hamburger Hafens kenterte und sank, wob 39 Menschenleben verloren gingen.

Das 8227 Br.-R.-T. große Schiff gehörte früher dem Norddeutsch Lloyd („Sierra Salvada“) und war in Auswirkung des Friedensvertrag an den Lloyd Brazileiro übergegangen.

Nach den inzwischen erfolgten amtlichen Feststellungen war d Ursache des Unfalls ungenügende Stabilität. Das Schiff war mit n teilweise gefüllten Doppelbodentanks ausgedockt und sollte in d Roßhafen verholt werden; zu hohe Lage des Schwerpunktes bei de gänzlich leeren Schiff und das freibewegliche Wasser in den Zell des Doppelbodens hatten seine Stabilität nun so vermindert, daß zuerst mit starker Backbord-Schlagseite lag und dann beim Herun holen des Buges nach Steuerbord nach dieser Seite fiel und sofo

…er krängte bis zum Kentern. Das Schiff lief in wenigen Minuten Wasser und lag nun mit der Steuerbordseite auf dem Grunde des …ens.

Das Schiff war also äußerlich ganz unverletzt, bildete aber in …er Lage unmittelbar vor der Einfahrt zum Ellerholzhafen und …hafen ein schweres Schiffahrthindernis; eine schnelle Bergung …hien daher möglich und notwendig. Die Lage des Schiffes war ähn- … wie die der „Gneisenau", die 1914 von den Engländern vor der

Abb. 6. Dampfer mit den angeschraubten Hebelböcken.

…erung Antwerpens in der Schelde versenkt war und deutscher- …s im Frühling 1917 geborgen wurde. Während damals aber die …serverhältnisse äußerst langwierige und kostspielige Vorbereitungen …rdert hatten, konnte man hier hoffen, mit einfacheren Mitteln und …ürzerer Zeit das Schiff zu entfernen.

Die Bergung wurde den Vulcan-Werken, Hamburg und Stettin A.-G., …tragen, die im Verein mit …eren Hamburger Firmen, … der Bugsier-, Reederei- … Bergungs-A.-G., dem …lischen Bergungsverein … der Baufirma Fr. Holst … Werk in nur 2½ Monaten …lich beendeten.

Der Bergungsplan bestand …n, auf dem Schiff Hebel- …cke von 10 m Höhe auf- …ellen, Abb. 1, an diesen …ltrossen zu befestigen … unter Einschaltung von schweren Flaschenzügen (Giens) mittels …pfwinden das Schiff zunächst an Ort und Stelle aufzurichten und … nach genügender Stabilisierung zum Aufschwimmen zu bringen.

Abb. 7. Schematische Darstellung des Aufrichtverfahrens.

Vorbereitungen zur Aufrichtung.

Die Hebelböcke, Abb. 6, wurden aus Magazinmaterial der Werft …estellt, auf einer freien Helling daselbst zusammengebaut und …ietet und dann mittels Schwimmkranes auf der Backbordseite der …are" aufgestellt und befestigt. Sie wurden untereinander mit …rsträgern und Diagonalstreben zu einem starren Gerüst verbunden, … im Falle einseitigen Rutschens des Schiffes auch seitliche Zug- …te aufnehmen konnte. Es waren 12 Böcke vorhanden, von denen …r auf 120 t Zug berechnet war.

Um das Gewicht des Schiffes zu vermindern, wurden die Räume …r dem dritten Deck so weit wie möglich abgedichtet und durch Lenzen …elben beträchtlicher Auftrieb gewonnen. Leider lag der Schwer- …t dieses Auftriebes sehr tief, so daß das zu überwindende An- …smoment nicht in gleichem M…e vermindert wurde wie das …icht allein, aber es erwiest … als unmöglich, die oberen …s in der kurzen Zeit so- … dicht zu bekommen, daß … hier mit Erfolg hätte ge- …t werden können. Dafür …ng es aber durch Baggern … 2 m tiefen Rinne unter … Kimm (*a* in Abb. 7) des …ffes, den Drehpunkt beim A…ichten um 2 m nach … zu verlegen, wodurch … erforderliche Drehmoment …prechend verkleinert wurde (A… 7).

Abb. 8. Der Dampfer während des Aufrichtens.

Inzwischen waren in dem Güterschuppen des Mönckebergkais die vorbereitenden Arbeiten für die Aufstellung der Dampfwinden und der landseitigen Festpunkte für die Zugtrossen begonnen. Nach Maßgabe des in der kurzen Zeit zu beschaffenden Winden- und Trossenmaterials war die Anordnung von 30 Dampfwinden vorgesehen. Durch Giens von 8- und 10facher Übersetzung konnte deren normale Leistung von 5 bis 6 t Zug auf 40 bis 60 t erhöht werden. Die Länge der hierzu erforderlichen Stahldrahttrossen betrug nicht weniger als 17 000 m, von denen 3000 m eine Zugkraft von 40 und 60 t, 14 000 m eine Zugkraft von 5 und 6 t aufnehmen mußten, zuzüglich einer Sicherheit für ungleichmäßige Beanspruchungen.

Da im Schuppen nur Platz für 22 Winden frei war, mußten 8 schwimmende Dampfwinden, sogenannte Donkeys, mit herangezogen werden, die ihren Platz unterhalb der Trossenzüge an der Kaimauer fanden.

Die Festpunkte für die Giens hatten also einen Zug von 40 t bzw. 60 t aufzunehmen. Zu diesem Zweck wurden Pfähle von 10 m Länge und 40 bis 50 cm Dmr. in den Sandboden etwa in der Mittelachse des Schuppens eingerammt, Abb. 7, die paarweise durch eiserne Ringe verbunden und durch Holzkeile gegen Verschieben gesichert wurden. Für die 40 t-Trossen kamen je 2 solcher Pfahlgruppen zum Tragen, für die 60 t-Trossen je 3, die durch eiserne Querhäupter verbunden waren. Es wurden im ganzen 132 solcher Pfähle gerammt.

Zur Gründung der Dampfwinden dienten wagerechte Balken, die sich vorn gegen weitere Rammpfähle (je 2 für jede Winde) stützten und hinten gegen Kippen durch Belastung mit Betonblöcken gesichert wurden. Entsprechend der geringeren Zugkraft der Winden (5 bis 6 t) waren diese Pfähle nur 5 bis 6 m lang.

Den Dampf für die Winden lieferten die Kessel zweier Seeschlepper von je 320 m² Heizfläche, von denen eine geschlossene eiserne Dampfleitung in den Schuppen zu den Winden führte. Der Abdampf wurde in einer zweiten Leitung parallel der ersten aus dem Schuppen heraus ins Freie geführt. Die Winden wie auch die Kessel wurden durch biegsame Dampfschläuche an diese Leitungen angeschlossen.

Da die notwendige Zugkraft für die Aufrichtung nicht mit voller Sicherheit berechnet werden konnte, mußte eine gewisse Reserve vorhanden sein. Diese wurde durch Bergungsfahrzeuge und den Schwimmkran der Vulcanwerft geschaffen. Jene wurden an den Schiffsenden verankert und griffen mittels Ketten, die unter dem Schiff hindurchgezogen waren, an den Aufbaudecks an, während der Schwimmkran an besonderen Verstärkungen des Bootdecks in Höhe des vorderen Frontschottes angriff. Die gesamte Zugkraft dieser Fahrzeuge betrug etwa 700 t.

Mit Rücksicht auf das zwischen Schiff und Land freizuhaltende Fahrwasser konnten die Trossenzüge erst kurz vor dem Aufrichten angespannt werden. Am 12. August waren alle Vorbereitungen so weit gediehen, daß diese letzte Arbeit in Angriff genommen werden konnte. Am 14. August wurde auch die Dampfleitung unter Dampf gesetzt und die Winden erprobt.

Das Aufrichten des Schiffes.

Am 16. August frühmorgens bei Beginn der Flut wurden alle Winden in Betrieb gesetzt und allmählich die Zugtrossen steif geholt. Die Laderäume wurden durch dauerndes Pumpen lenz gehalten und die Hebetakel der Bergungsfahrzeuge und des Schwimmkranes angehievt.

Um 9h 10′ wurden auf einen Signalpfiff hin alle Dampfwinden gleichzeitig mit äußerster Kraft angezogen. Nach kurzer Zeit war ein langsames Aufrichten des Schiffes zu beobachten. Es traten jedoch mehrfach Störungen ein, teils infolge Verdrehens von Trossenzügen, teils infolge Brechens von Trossen. Als die vierte Trosse gebrochen war (10h 55′) und die Gefahr weiterer Trossenbrüche bestand, wurde die ganze Arbeit abgestoppt, um sie erst nach Ersatz der gebrochenen Trossen durch neue fortzusetzen. Das Schiff war um 18° aufgerichtet.

Am Morgen des nächsten Tages waren die Trossen wieder in Ordnung. Um 11h 7′ wurden sämtliche Winden erneut mit aller Kraft in Tätigkeit gesetzt, Abb. 8, und das Oberschiff hob sich nunmehr rasch aus dem Wasser. Bis 11h 30′ war es um 72° gedreht und schien nunmehr mit dem Boden fest auf dem Hafengrunde aufzuliegen. Die weitere Aufrichtarbeit wurde daher eingestellt, und der erste und

schwierigste Teil der Bergung war hiermit glücklich beendet, ziemlich genau 2 Monate nach dem Unfall.

Stabilisieren und Flottmachen des Schiffes. Hätte man das Schiff in dem jetzigen Zustand ausgepumpt, so wäre es infolge der großen freien Oberflächen im Innern noch durchaus unstabil gewesen und würde schon vor dem Aufschwimmen wieder umgefallen sein. Es galt daher zunächst die nötige Stabilität zu sichern. Zu diesem Zweck wurden über 3000 t Sandballast in die Laderäume eingebracht, der teilweise nur auf die Backbordseite geschüttet wurde, um das nach Steuerbord krängende Moment der übergegangenen Einrichtungsteile und angesammelten Schlickmassen auszugleichen. Oberhalb des Sandballastes wurde das Wasser dann ausgepumpt, so daß schließlich nur noch die Maschinen- und Kesselräume geflutet waren. Im Verlauf dieser Arbeiten hatte sich das Schiff weiter aufgerichtet, so daß nur noch 2 bis 3 Grad Schlagseite vorhanden waren.

Am 7. September wurde das Auspumpen auch aus den Maschinen- und Kesselräumen begonnen, und nachmittags 3h 45′ schwamm das Schiff glücklich auf. Es wurde zunächst durch Schlepper an die Pfähle im Ellerholzhafen verholt, wobei es sich als völlig stabil erwies und, am 9. September, nachdem es noch etwas weiter gelenzt war, bei einem Tiefgange von 9 m, entsprechend einem Gewicht von 15 500 t und mit einer Metazentrumhöhe von 0,65 m ins Dock III der Vulcanwerft gebracht und dort trocken gesetzt.

Ein technisches Problem, das manche Schwierigkeit barg, war damit in verhältnismäßig kurzer Zeit und ohne größere Unfälle und Rückschläge gelöst. Nachdem der Umfang der eingetretenen Schäden festgestellt war, wurde die Vulcanwerft auch mit der Wiederinstandsetzung des Schiffes beauftragt und diese sofort in Angriff genommen. Es kann erwartet werden, daß das Schiff im nächsten Frühjahr vollständig wiederhergestellt und mit teilweise neuen Einrichtungen versehen zu neuen Fahrten bereit sein wird. [1603]

Hamburg. Dr.-Ing. Probst.

Fabrikanlagen.

Plan für einen Neubau der Bing-Werke in Nürnberg.

Die Bing-Werke vorm. Gebr. Bing A.-G., Nürnberg, haben sich aus einem Unternehmen für die Fertigung von Küchengeräten, Blech- und Lackierwaren, von keramischen und Glaswaren, von optischen, mechanischen und elektrischen Spielwaren zu einem sehr großen Fabrik- und Vertriebsunternehmen entwickelt. Der Bing-Konzern umfaßt etwa 30 Tochtergesellschaften, darunter die Aktiengesellschaft Conzentra mit einem gewaltigen Verkaufsapparat in allen Teilen der Welt.

Die Sicherung dieses Großunternehmens und die Entwicklung auf weite Sicht macht einen neuen Werkbau größten Ausmaßes am Sitze seiner Leitung, in Nürnberg, nötig, der in den nächsten 10 bis 20 Ja[hren] ausgeführt werden soll. Der Bauentwurf liegt vor. Er ist nach einem der Generaldirektion entworfenen Programm von dem Ingenieur-A[rchi]tekten K. Stodieck, Charlottenburg, bearbeitet.

Die Planbearbeitung ist von folgenden Gesichtspunkten ausgegan[gen]:

1. Als Werkgelände ist ein Block größter Fläche im Stadterw[eite]rungsgebiet zu bestimmen, der nach Maßgabe des Fluchtlinienplanes [einer] späteren Zerschneidung durch öffentliche Straßen nicht ausgesetzt [und] für den ein guter und leistungsfähiger Anschluß an die Staatsbahn [ge]währleistet ist. Die Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung [muß] mit einfachen Mitteln möglich sein.

2. Nach der Eigenart der in den letzten Jahrzehnten ausgebild[eten] Herstellungsverfahren, wie insbesondere mit Rücksicht auf die Not[wen]digkeit der Lagerung und Bereitstellung von sehr großen Mengen [von] Kleinwaren für den Versand, ist der Geschoßbau die geeignete [Form] für die Mehrzahl der erforderlichen Gebäude.

3. Der große Umfang des Versandgeschäftes und die Menge [der] einzubringenden Rohstoffe erfordern eine große Zahl von Gleisen [(Ab]stellbahnhof) mit dazwischenliegenden Freiflächen für Freilager [und] Lagerschuppen.

4. Alle Werkstätten und Lager müssen für Vollspurwagen [vom] Abstellbahnhof aus auf kürzestem Weg erreichbar sein.

5. Die Ausführung der Bauwerke (Erweiterung und Vergrößer[ung]) muß in beliebigen Zeitabschnitten möglich, der Ausführungsplan [also] elastisch sein.

Das Ergebnis der sorgfältigen Bearbeitung ist in Abb. 9 und 10 [dar]gestellt. Das gewählte Grundstück liegt zwischen vier Straßen un[d] der Umgehungsbahn Nürnberg - Dutzendteich. Es hat eine Größe von rd. 200 000 m². Der Entwurf sieht in den Gebäuden 400 000 m² Nutzfläche vor. Das von Süden her über die zu kreuzende Regensburger Straße einzuführende Anschlußgleis läuft in mehrere parallele Abzweige aus und bildet so den Abstellbahnhof, der eine etwa 33 000 m² große Dreieckfläche im Nordwesten des Grundstückes umfaßt. Besäumt wird diese nach Westen von einer langen Reihe von Lagerschuppen und nach Norden von Geschoßbauten mit Werkstätten, darunter eine Kistenfabrik mit Holzlager. Die parallel laufenden Abstellgleise werden von den Laufschienen einer Schiebebühne gekreuzt, die das ganze Werkgebäude durchsetzt. Rechtwinklig hierzu verläuft eine Fabrikstraße, in deren Achse südwestlich das Verwalt[ung]sgebäude mit Zugang von der Straße angeordnet ist. An der entg[egen]gesetzten Nordstrecke liegt der Eingang für die Belegschaft, verb[unden] mit einem Vorhof für den Fuhrpark.

Abb. 9. Bauplan für eine neue Geschäftszentrale der Bing-Werke.

a Werkstätten
b Lager der fertigen Erzeugnisse
c Fabrikstraße
d Lager für Werkstätten
e Kistenfabrik
f Holzlager
g Kistenlager
h Kohlenlager
i Maschinenhaus
k Kesselhaus
l Abstellbahnhof
m Schiebebühne
n Lagerschuppen für Rohstoffe
o Lokomotivschuppen
p Versandlager
q Verwaltungsgebäude
r Spedition
s Pförtner

Abb. 10. Anordnung der Geschoßbaute[n]. Teilgrundriß.

a Werkstätten, b Nebenräume, c Aufzü[ge], d Aborte, Kleideranlagen und Waschräu[me].

Die Form der Geschoßbauten ist aus dem Teilgru[ndriß] Abb. 10, kenntlich: große Werksäle von je 20 m Breite (Außen[maß]) verbunden durch Zwischenbauten, Lichthöfe von 25/30 m. Dieser G[rund]riß hat sich nach dem Vorbilde des Wernerwerks von Siemens & H[alske] A.-G., Charlottenburg-Nonnendamm[1]), in den letzten 20 Jahren entw[ickelt]. Die Vorzüge bestehen in klarer Raumanordnung und großen, durch [keine] Einbauten unterbrochenen Werksälen. Alle Nebenräume liegen [in] Verbindungsbauten, deren gleichbleibende Abstände sich aus der polizeilichen Vorschrift über die Zahl der Treppen ergeben (größte A[b]stand eines Arbeitsplatzes von einer Treppe nicht mehr als 30 m). E[in] solcher Geschoßbau ist immer nach mehreren Seiten erweiterungs[fä]hig.

Die Verwirklichung des groß angelegten Entwurfes hat mi[t der] Herstellung der Kanalisation, des Anschlußgleises und dem Ba[u ein]zelner der im Abstellbahnhof vorgesehenen Lagerschuppen beg[onnen].

Charlottenburg. [1581] Prof. W. Fra[nz].

Neues Grubenrettungsgerät.

Berichtigung: Infolge eines Druckfehlers im Abschnitt B[...] der Chronik 1922 in Z. 1923 S. 61 ist das Wesen des Rettungsgerät[es der] Hanseatischen Apparatebau-Gesellschaft vor[m.] von Bremen & Co. m. b. H., Kiel, nicht richtig gekennzeichnet. Da[s] Rettungsgerät ist unter Verwerfung (nicht Verwertung) der glei[ch]bleibenden Zufuhr des Sauerstoffes durch Injektorwirkung auf der L[un]genatmung aufgebaut; das Atmungsgas wird also durch Lungenkra[ft un]mittelbar aus der Hochdruckflasche entnommen, so daß das Gerä[t dem] stark veränderlichen Luftverbrauch des Rettungsmannes besser g[erecht] wird. [M...]

[1]) Vergl. Z. 1919 S. 41.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Schweden.

Schwedens wirtschaftliche Lage hat im Jahre 1922, Gegensatz zu den vorhergegangenen Jahren eine günstige sserung erfahren. Dies ist zunächst ein Ausfluß der weltwirttlichen Lage. In den Vereinigten Staaten setzte die Belebung larktes schon im Spätsommer 1921 ein und erfaßte 1922 vor allem Baumarkt und die Eisen- und Stahlindustrie. Ein gewisser Optius ging auch von England aus, wo das Ausfuhrgeschäft sich zus verbessert hatte. Da die Konjunkturschwankungen sich erst sehr nach Schweden übertrugen, sank hier die Großhandelskennzahl von n Dezember 1921, um sich im Herbst 1922 bei 163 zu stabilisieren. Ausfluß der Preisbewegungen in den Vereinigten Staaten und nd ist auch die Steigerung des Wertes der Krone gegenüber dem . Die Krone ging am 3. November auf die alte Goldparität von Kr/$ zurück und hat seitdem diesen Stand so gut wie beibehalten. Die schwedische Ausfuhr, die schon vor 1913 gute Erfahrungen eln und im Kriege sich mit außerordentlichem Gewinn betätigen e, hat im vergangenen Jahre mit Erfolg gearbeitet. Vom Juni 1922 es sie wieder einen Überschuß auf, und zwar im Juni von 11,1 Mill. Kr, li sogar von 29,6 Mill. Kr und im Dezember von 9,1 Mill. Kr. den Standardgütern sind daran vor allem Holzwaren, Holzmasse Papier beteiligt, die quantitativ die Höhe von 1913 fast erreicht . Obwohl sich die Einfuhr im genannten Jahr ebenfalls stark machte sie sich doch (mit Ausnahme derer von Textilwaren) für inheimische Industrie nicht so unangenehm bemerkbar wie 1920, ı einem außergewöhnlichen Prozentsatz Fertigfabrikate, die auch hweden hätten hergestellt werden können, daran beteiligt waren. günstige Wendung in der Ausfuhr war jedoch noch zu kurz, aß sie sich entsprechend im Jahresergebnis hätte ausdrücken n: Einfuhr 1164,4 Mill. Kr, Ausfuhr 1152,3 Mill. Kr; immerhin ist infuhrüberschuß von 161,4 Mill. Kr im Jahre 1921 auf 12,1 Mill. Kr gegangen.

Mit der Belebung des Wirtschaftslebens in Rußland hat den die schon im Kriege für die Nachkriegzeit lange vorbereitete hr- und Beteiligungstätigkeit großzügig in die Wege zu leiten ge- Mit einer Förderung der Ausfuhr von Halb- und Fertigfabrikaten e Erweiterung von großen Wald-, teilweise auch Industriekonzes- Hand in Hand gegangen. Selbst Nansen ist nach seinem wegen Hilfeleistungen bejubelten Empfang in Moskau am 26. Januar 1923 nterbreitung seiner weiteren Pläne für die russische Hilfsaktion sem Sinne vorgegangen. Nicht mehr auf philanthropischem Wege en Notleidenden geholfen werden, sondern Traktoren und andre irtschaftliche Maschinen sollen von der Nansenhilfe nach Rußland ler Ukraine zu liefern sein.

Die Übernahme von Waldkonzessionen in Ruß- ist von schwedischer Seite in Erkenntnis der großen Ausfuhr- Vettbewerbfähigkeit der russischen Wälder in Höhe von mehreren rt Millionen Kronen sichergestellt worden. Erfahrungen darüber n bisher kaum vorliegen. Finanziell Schwachen ist die bung solcher Konzessionen jedenfalls nicht möglich. Die Verng auf der einen Seite hat eine solche auf der ande- zur Folge. Gegenstand der Konzession ist entweder ein mter vereinbarter Einschlag oder die Menge von Säge- und beitungswerken für die mechanische oder chemische Aufarbeitung olzes. Als Entgelt kann der Staat entweder einen gewissen Teil inschlages verlangen, oder den entsprechenden Wert in ausländi- Währung unter Zugrundelegung eines mittleren Preises auf dem dischen Markt nach Abzug der Fracht- und Versicherungskosten. ch besteht die Bedingung, Wege, Kanäle und Bahnen zu bauen lie Flüsse zu regulieren, soweit es der Abtransport der Hölzer ndig macht. Diese Ausfuhrgüter sind frei von Zoll oder Abgaben. erkehr mit dem Ausland ist frei, ebenso die für die Bauten notge Einfuhr von Maschinen, Werkzeug u. a. Als Sicherheit für echtmäßige Durchführung der Konzession, insbesondere der als erlich betrachteten Bauten und Anlagen innerhalb einer gewissen st eine gewisse Summe Gold als Anzahlung zu hinterlegen. Die lung der Arbeiter ist in Kollektivabkommen mit dem allrussischen erbandsrat zu vereinbaren und erfolgt in Höhe eines Durch- tlohnes, der nicht den für entsprechende Arbeiten im Ausland chreiten darf, wobei ein gewisser Abzug für die geringere Pro- ität der Arbeit in Rußland vorgesehen ist. Nur große und ige Kapitalgruppen können solche Konzessionen abschließen und er Möglichkeit verschiedener Auslegungen grundlegender Be- ungen eine für beide Teile ersprießliche Lösung erreichen.

ie Einfuhr Schwedens hat gegenüber der Ausfuhr einen gewissen unkt erreicht. Da zu gleicher Zeit die Deflation ebenfalls zur gekommen ist, sind die Erörterungen über das deutsche Währungs- ng wesentlich zurückgegangen. Die Stützung des Markkurses nfang Februar hat auch zur Beruhigung beigetragen. Überhaupt ch auf Grund von eingehenden Untersuchungen gezeigt, daß die ı über das sogenannte deutsche Währungsdumping nicht die oft ge- e Berechtigung haben. Die Ursachen liegen weniger auf deut- Seite, als an dem Zusammentreffen einer Reihe von Krisen- inungen. Wohl hat sich vom Wert der deutschen Gesamtausfuhr Anteil nach Schweden, Norwegen und Dänemark gehoben 6,7 vH 1913 auf 11,8 vH 1921), aber absolut und im ganzen men kann die deutsche Ausfuhr nach Schweden 1921 und 1922 nicht als so besonders groß im Vergleich mit der Ausfuhr während des letzten Vorkriegsjahres bezeichnet werden. Eine beträchtliche Zunahme weisen außer Büchern und feineren Papieren, Konfektionswaren, Porzellan, Glas, Blechen und den verschiedensten kalt und warm gewalzten bzw. gezogenen Eisen- und Stahlsorten auf: elektrische Maschinen, Eisenbahnwagen, Autos sowie Musikinstrumente. Daß diese Einfuhr einen für die schwedische Industrie so unangenehmen Einfluß ausüben konnte, erklärt sich aus der geringeren inneren Kaufkraft als 1913 und aus der mangelnden Kauflust angesichts der seit Oktober 1920 fallenden Preise. So hat gerade bei typisch schwedischen Waren das deutsche Erzeugnis das schwedische vielfach verdrängt. Daß die deutschen Waren auch im Auslande die schwedischen teilweise verdrängt haben, besonders da, wo sie vor dem Kriege noch nicht gekauft wurden, ist eine natürliche Folge des Wiedereintritts Deutschlands in die Weltwirtschaft und der Aufnahme der alten Beziehungen. Dazu kommt, daß dieser Einbruch deutscher Waren gerade in eine Zeit stärkster Deflation fiel. Das sind die Gründe, weshalb die Lage für die schwedische Wirtschaft so schwierig wurde. Somit ist das Währungsdumping nicht der Grund der Deflation, sondern allein eine unglückliche Verschlimmerung der nach Abschluß des Krieges und durch den Einbruch der Weltkrise unvermeidlich gewordenen Deflationsperiode, der die schwedische Wirtschaft sich nicht schnell genug anpassen konnte.

Die Lage der Industrie zeigt 1922 eine Zunahme der Produktionsmenge sowie einen durchschnittlich besseren Auftragbestand. Die Arbeitlosigkeit hat erheblich abgenommen, von 34,8 vH im Januar auf 21,7 vH im Dezember. Im Monat November belief sich die Zahl der Arbeitlosen auf 43 500 gegenüber 117 000 im Jahre vorher. Etwas haben hierzu wohl auch die verschärften Anmeldebestimmungen zur Arbeitlosenunterstützung beigetragen. Eine Ausnahme bildet die Eisen- und Stahlindustrie sowie die mittelschwedische Erzindustrie. In fast allen Industriezweigen haben sich in den letzten Wochen größere Streitigkeiten zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern ergeben, deren Beilegung Ende Januar noch nicht möglich war.

Besonders günstig war das Jahr für die Holz-, Holzmasse- und Papierindustrie. Das Jahr 1921 war nach der Hochkonjunktur von 1919 und 1920 selten ungünstig gewesen: nur 54 vH von der normalen Holzausfuhr wurden vom Ausland abgenommen. Eine notwendige Folge dieser Zurückhaltung in England und Frankreich waren große Käufe im Jahre 1922, deren eigentliche Verschiffung erst im Juni möglich wurde, nachdem eine außergewöhnliche Eisblockade die Häfen von Haparanda, Umeå, Härnösand, Sundsvall, Hudiksvall, Söderhamn und Gävle sowie ein darauf einsetzender Ausstand in den Sägewerken vorübergegangen war. Wenn auch die Preise trotz Ansteigens nicht so zufriedenstellend ausfielen, war doch die Menge ganz bedeutend. Die schwankenden Kurse in Frankreich und Belgien legten den dortigen Importeuren einige Zurückhaltung bei Festabschlüssen auf und drückten so die Bewegung. Gleichwohl belief sich die gesamte Menge der ausgeführten Bohlen und Bretter usw. auf eine nur wenig von 1913 abweichende Summe von 3 838 500 m^3 (1913: 3 937 800 m^3). Für 1923 lagen zum Jahresabschluß noch Lieferaufträge in Höhe von rd. 100 000 Standarts vor, davon rd. 30 000 nach Spanien. Während besonders von englischer Seite die Nachfrage nach Holz weiterhin lebhaft ist, herrscht auf dem Holzmassemarkt gegenwärtig Zurückhaltung, wahrscheinlich eine Folge des rekordartigen Absatzes im Jahre 1922. Die Preise gingen indessen nicht mit, weil die Spannung zwischen dem Tagesbestand an Rohstoffen und dem an Fertigfabrikaten zu klein war. Dennoch wurde viel gerade von England aus in Erwartung von Preissteigerungen gekauft. Am lebhaftesten ist die Nachfrage von den Vereinigten Staaten, besonders nach Zeitungspapier sowie nach Papieren besserer Qualität. Diese Verbesserung auf dem amerikanischen Markt hält nunmehr seit einigen Jahren an. Für eine Abnahme haben sich noch nirgends Anzeichen bemerkbar gemacht. Dies ist die durchgreifendste Änderung, die der Holzmasse- und Papiermarkt Schwedens nach dem Krieg erfahren hat. Während auf die Vereinigten Staaten früher nur ein Achtel der Ausfuhr entfiel, ist es jetzt ein Drittel, eine Veränderung, die auf Kosten des englischen, französischen und deutschen Anteils erfolgt ist. Der Hauptbestandteil der Ausfuhr nach den Vereinigten Staaten ist Zellstoff (Sulfatzellulose, ungebleicht, trocken), während ein ansehnlicher Bestandteil der Ausfuhr nach England aus Holzschliff (naß) besteht. Die gesamte Ausfuhr an Papiermasse betrug (Trockengewicht) 1 046 500 t im Jahre 1922 gegenüber rd. 847 000 t 1913 und 1921.

Auch die Papierindustrie ist besser als 1913 beschäftigt. In Feinpapieren macht sich der finnische Wettbewerb fühlbar. Die Gesamtausfuhr betrug 1922 285 000 t gegenüber 212 700 t 1913. Nach wie vor geht alle Holzmasse sowie Zeitungspapier zollfrei nach den Vereinigten Staaten. Die Ausfuhr an Zeitungspapier dorthin hat sich seit 1913 verdoppelt. Die Nachfrage ist wie für Holzmasse weiterhin lebhaft.

Am meisten mitgenommen wurde im letzten Jahr die Eisenindustrie Schwedens. Mitte des Jahres hatte sich die Auftragerteilung etwas gebessert, sodaß zu einer Erhöhung der Produktion von Eisen und Stahl in schmiedbarer Form geschritten werden konnte. Man hoffte wieder auf eine Besserung. Zum Jahresschluß war die Lage aber wieder schlechter.

Die Stahlerzeugung hat sich schneller als die Roheisenerzeugung erholt, vermutlich wegen der großen Vorräte an Schrott und anderem Alteisen auf allen Märkten. Während kaum ein Viertel

Schwedische Konjunkturtafeln.

Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 48.

1. Absolute Werte.

Im Monat Januar ist das weitere Ansteigen des Holzpreises bemerkenswert, sowie nach dem Rückgang im Dezember 1922 das Ansteigen des Sterlingkurses.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt.)

Zur deutschen Konjunkturtafel: (vergl. S. 141)
Kupfer . . . am 21. Februar 8 258 M/kg
Baumwolle . . am 21. Februar 16 440 M/kg
Dollar . . am 21. Februar 23 000 M/$
Aktienziffer . am 16. Februar 963 965

der Hochöfen im Gang ist, werden die Martinwerke zu über einem Drittel ausgenutzt. Der Auftragbestand genügte jedoch nicht, um zu Ende des Jahres ein beträchtliches Sinken der Preise zu verhindern. Der bei der Mehrzahl von Fabriken bereits verlustbringende Betrieb verschlechterte sich dadurch noch mehr.

Die gesamte P r o d u k t i o n der Eisenindustrie betrug im Jahre 1922 259 700 t Roheisen = 35,5 vH von 1913, 342 900 t Flußeisen und Stahlblöcke = 46,1 vH von 1913 und 212 700 t Walz- und Schmiedeeisen = 61,5 vH von 1913.

Die Einfuhr weist eine lebhafte Zunahme des Roheisenbezuges von 10 900 auf 20 700 t auf, bleibt aber gleichwohl um 79,6 vH hinter dem Stande von 1913 zurück. Zugenommen hat ebenfalls die Einfuhr von guß- und schmiedeisernen Röhren. Dafür ist die Einfuhr von Eisenbahnschienen zurückgegangen. Die Einfuhr an schmiedbarem Eisen und Stahl hat mit 103 000 t den Friedensstand fast erreicht [71,5 vH von 1913]. In der Ausfuhr ist der Rückgang an Roheisen besonders lebhaft, während der Anteil von Schrott und Stabeisen gestiegen ist. Die gesamte Ausfuhr, die sich 1913 auf 502 600 t belief, erreichte 1922 nur rd. 174 300 t oder 34 vH von 1913. Die Ausfuhr von Roheisen betrug nur 46 200 t (1913: 186 100 t) und die an schmiegbarem Eisen und Stahl 99 700 t gegenüber 53 400 t im Jahre 1921 und 287 200 t im Jahre 1913. Dieser Rückgang in der Ausfuhr ist neben dem in der Erzeugung von Roheisen für die Eisenindustrie besonders verlustbringend.

Die Frage, wie Schwedens Eisenindustrie aus dieser ungünstigen Lage herauskommen kann, ist neben der Rückbildung der Konjunkturerscheinungen eine Frage technischer Art. Einmal müssen die Brennstoffunkosten gemindert werden, besonders mit Rücksicht auf die großen Preissteigerungen der englischen Kohle. Nach Prof. A. J o h a n s s o n lassen sich solche Ersparnisse machen: technisch, indem man die Prozesse viel enger aufeinander folgen läßt, wirtschaf durch größeren Zusammenschluß, besonders der Lancashire-W Das hieße Überführung des flüssigen Roheisens unmittelbar in Martinofen, anschließend Verarbeitung im Walzwerk, und größte malisation.

Ein anderes Problem ist, inwieweit diese Lage für die schwedi Eisenindustrie nicht durch eine Veränderung des Wettbewerbvermö entstanden ist, angesichts der großen Fortschritte der Elektros verfahren in den Vereinigten Staaten, besonders während und dem Kriege.

Am günstigsten steht in der ganzen Montanindustrie die E industrie da, soweit sie für die Ausfuhr arbeitet. Der A von Erzen in Schweden ist durch die geringe Produktion von Roh und die große Einfuhr an Halbfabrikaten, die auf diesen gleic hemmend einwirkt, sehr schwach. Besonders die großen Ausfuhrgr im Norden haben Förderziffern erreicht, die denen von 1913 gl kommen. Im Dezember 1922 und Januar 1923 wurden die Mengen 1913 sogar nicht unerheblich überschritten. Die Eisenerzausfuhr sich von 4,3 Mill. t 1921 auf 5,3 Mill. t 1922 erhöht, gegenüber einer fuhr von 6,4 Mill. t 1913. Deutschland ist Hauptabnehmer.

Die im Jahre 1921 mit den deutschen Werken nicht zu Ende führten Verhandlungen über die Regelung des Weiterbezuges g Kontraktmengen sind infolge des Ruhreinbruches jetzt zu e raschen Abschluß gelangt. Nach diesen eben getroffenen Abmachu sind mit der Trafik gewisse Zahlungs- und Lieferbedingungen aus Vorkriegzeit den neuen Verhältnissen angepaßt sowie ein Ve abgeschlossen worden über weitere Lieferungen in den früher einbarten Mengen für den Zeitraum von 1928 bis 1932, um welcher Staatsvertrag verlängert worden ist. [W 178]

Dr. G. B r a n d l, Ber

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

R. 10 | SONNABEND, 10. MÄRZ 1923 | BD. 67

INHALT:

Bremens neuere Entwicklung unter dem Einfluß der Technik.

Von R. Blaum, Bremen.

In seiner Festrede zur Feier des 25 jährigen Bestehens des Bremer Bezirksvereines deutscher Ingenieure am 7. Januar 1923 im Festsaal der Handelskammer äußerte sich der Vorsitzende dieses Vereines, nachdem er zunächst der festlichen Gelegenheit gedacht und die anwesenden Ehrengäste und Gäste begrüßt, dann auf die Bestrebungen und die durch 66 Jahre verfolgten Arbeiten des Gesamtvereines deutscher Ingenieure hingewiesen hatte, zu dem in der Überschrift gekennzeichneten Hauptthema seines Vortrages wie folgt:

Die Bedeutung der Technik für das Wirtschaftsleben eines Staates ist abhängig von dem Einfluß, den sie bei diesem Zusammenarbeiten aller wirtschaftlichen Faktoren gewinnt. Ihre Weiterentwicklung ist bedingt durch den t, den man ihrer Mitarbeit zumißt. Deshalb ist es wohl chtigt, bei einer Feier, die wir als Bremer Ingenieure ben, uns mit der Frage zu beschäftigen, in welchem Maße der Technik vergönnt war, im Wirtschafts-en unserer Heimatstadt mitzuwirken und lche Bedeutung Bremen für die Entwicklung Technik hat.

Unweit dieses Hauses steht an der Weser das Denkmal für bremischen Oberbaudirektor Franzius, dessen Lebenswerk den Worten gekennzeichnet werden darf: „Er bahnte der den Weg zur Stadt." Diese wenigen Worte umfassen eine stung, die für Bremens Aufschwung von ganz gewaltiger eutung gewesen ist. Von allen deutschen Seehäfen lag vor lendung der Unterweserkorrektion keiner so ungünstig wie nen. Viel weiter im Binnenlande gelegen, als sein mächtiger ewerber Hamburg, litt Bremen vor allem unter dem Nachteil, die Weser für die Schiffahrt nicht entfernt so geeignet war die Elbe. Es war daher schon in den siebziger Jahren Forderung nach einer Verbesserung der Schiffahrtverhältnisse immer stärker geworden, jedoch waren keinerlei ernste Entwürfe aufgestellt. Als dann Franzius mit seinem gen Plan hervortrat, war der Zweifel an dessen Ausführbar- fast allgemein. Es ist bekannt, mit welcher Zähigkeit, mit chem festen Glauben an die Richtigkeit seiner Pläne der nische Oberbaudirektor seinen Entwurf verteidigte und mit chem einzigartigen Erfolg er ihn durchführte. Aber es wäre er das Schicksal dieses Entwurfs gewesen, nicht zur Ausung zu kommen, wenn sich nicht Männer in Bremen gelen hätten, die, vertrauend auf die eigene Kraft, die neuen altigen Aufgaben auch wirtschaftlich zu meistern, dem Geken des Franziusschen Entwurfes und seiner technischen chführbarkeit Vertrauen entgegengebracht hätten. Eng verpft mit der Frage der Unterweserkorrektion war die ge des Anschlusses Bremens an das Zollgebiet. Es ist für Zusammenarbeiten der großen wirtschaftlichen Faktoren mit Technik kennzeichnend. daß gerade der Zollanschluß den en entscheidenden Anstoß zur Ausführung des Meisterwerkes Unterweserkorrektion gab. Aber erst mußte der Wagemut nens stark genug werden, allein die für die damaligen Vernisse sehr hohen Kosten auf sich zu nehmen. Die Korrek- der Unterweser öffnete dann größeren Seeschiffen den Weg Hafen der Stadt. Sein Anschluß an das Zollgebiet sicherte bremischen Industrie den Absatz nach dem Binnenlande. Ein solch gewaltiges Werk, in seiner Ausführung überreich an Überwindung technischer Schwierigkeiten, kann aber in seiner Auswirkung auf das wirtschaftliche Gebiet nicht beschränkt bleiben, es mußte auch technisch zur Weiterentwicklung führen. Das Wertvollste an Franzius' persönlicher Arbeit war die wissenschaftliche Begründung seines Entwurfes. Alle Bemühungen, den arg verwilderten Strom, der bis dahin bei Hochwasser nur Schiffen von 2,75 m Tiefgang den Verkehr gestattete, zu verbessern, waren bisher gescheitert. Erst jahrelange sorgfältige Studien der Stromverhältnisse und darauf gegründete Annahmen konnten den sicheren Weg zur Lösung der schwierigen Aufgabe zeigen. Es kann nicht in wenigen Worten geschildert werden, welche Bedeutung die Arbeit von Franzius für die Wasserbautechnik hatte. Es muß der Hinweis darauf genügen, daß die bei der Weserkorrektion gewonnenen Erfahrungen den Ruhm des Erbauers in alle Welt trugen, und daß sein Rat bei zahlreichen großen und schwierigen Hafen- und Flußbauten nachgesucht wurde. Es hieße aber auch, Eulen nach Athen tragen, wollte man den wirtschaftlichen Erfolg des ganzen Werkes im einzelnen schildern. Dafür legen Zeugnis ab allein schon die Ufer unseres heimatlichen Stromes. Vom stolzen Wehr mit seiner Turbinenanlage, die als eine der ersten ihrer Art nicht nur eine glänzende technische Leistung ist, sondern auch wirtschaftlich einen großen Erfolg darstellt, bis hinab zur Kaiserschleuse in Bremerhaven sieht das Auge in überreicher Zahl Werften, Fabriken, Hochöfen, Häfen und Umschlagplätze, und der breite Strom trägt in sicherem Fahrwasser stolze, große Schiffe den Häfen Bremens zu. Aber auch das sei betont: Nachdem der anfänglich so mißtrauisch aufgenommene, zum Teil aufs schärfste bekämpfte Franziussche Plan sich durchgesetzt hatte, hat ein selten glückliches Zusammenarbeiten aller Beteiligten ihm zum endgültigen Siege verholfen. Ein äußerliches Zeichen dieses harmonischen Zusammenwirkens, das die Stifter ebenso wie den dadurch Gefeierten ehrt, ist das von der bremischen Kaufmannschaft dem um die Entwicklung des bremischen Handels verdienten Ingenieur gewidmete Bildnis in der Börse.

Die auf die Weserkorrektion und den Zollanschluß nun folgende Zeit in Bremens Geschichte ist reich an Beispielen, wie der zunehmende Schiffahrtverkehr die Technik zu neuen Leistungen anregte, und wie die dadurch gewonnenen Ergebnisse alle Beteiligten zum Vorwärtsschreiten führten. Aber nicht allein bei der Lösung der hier in Bremen sich ergebenden Aufgaben blieb es. Es zeigte sich bald, daß bremischer Wagemut anfeuernd auf weite Kreise der deutschen Technik und Industrie wirkte.

In erster Linie ist hier der Einfluß des Norddeutschen Lloyds zu erwähnen. War es in den ersten Jahrzehnten ihres

Bestehens der Reederei noch nicht möglich gewesen, ihre Schiffe in Deutschland bauen zu lassen, so hatte sie doch mit offenem Blick die Entwicklung der deutschen Technik verfolgt und bereits im Jahre 1862 gefordert, daß auf einem in England bestellten Lloyddampfer eine von der Firma Fried. Krupp gelieferte Gußstahlwelle eingebaut werde. Solche Tatsachen klingen heute vielleicht recht einfach, aber wenn wir uns vergegenwärtigen, daß damals die deutsche Eisenindustrie noch sehr in den Anfängen steckte, daß man erst 14 Jahre später zu der für unser Eisenhüttenwesen so bedeutungsvollen einheitlichen und wissenschaftlich einwandfreien Prüfung und Klassifikation von Eisen und Stahl auf Grund der Wöhlerschen Arbeiten kam, so zeigt sich, welches Vertrauen auf deutsches Können der Lloyd bewies, als er sich zu diesem Schritt entschloß und so dem aufstrebenden deutschen Stahlwerk die Bahn in die Schiffahrt öffnete. Es mußten noch über zwei Jahrzehnte vergehen, bis der Lloyd dazu übergehen konnte, seine Schiffe in überwiegender Zahl auf deutschen Werften bauen zu lassen. Inzwischen hatte er jeden Fortschritt im Schiff- und Schiffsmaschinenbau verfolgt und konnte nun den reichen Schatz seiner Erfahrungen den noch weniger geübten deutschen Werften zur Verfügung stellen. Es handelte sich aber dabei nicht um ein Wiederholen englischer Leistungen auf unsern Werften, sondern um eine Weiterentwicklung unter Ausnutzung aller Zweige technischen Schaffens. Während etwa bis zum Jahre 1877 sich keine grundlegenden Änderungen in der Schiffbautechnik ergeben hatten, hatte sich der Lloyd, als er unter Lohmanns Führung an den Ausbau der Passagierfahrt nach New York heranging, selbst vor große technische Aufgaben gestellt. In der Schiffahrt war damals an die Stelle der Niederdruckmaschine allmählich die Verbundmaschine getreten, die zwar schon eine wesentliche Ersparnis im Kohlenverbrauch brachte, aber für den Passagierverkehr noch nicht die geeignete Antriebart war. Die Passagierfahrt verlangte, wenn sie nutzbringend sein sollte, größere Geschwindigkeiten und geringeren Kohlenverbrauch. Hierzu war die einzige Möglichkeit durch die Einführung der Dreifach-Expansionsmaschine gegeben, die Anfang der achtziger Jahre zuerst auf Schiffen eingebaut wurde. Beim Ersatz der vorhandenen Verbundmaschinen durch Dreifach-Expansionsmaschinen und der Lieferung der hierzu gehörenden neuen Hochdruckkessel zog der Lloyd in größerem Umfang die deutsche Werftindustrie heran und trat so zum erstenmal in starkem Maß als Förderer der deutschen Schiffbautechnik hervor. Daß er, mit dem Jahre 1889 beginnend, diese Weiterentwicklung seiner Schnelldampfer deutschen Werften übertrug und in ständig enger Fühlung zwischen Reederei und Werft zu immer glänzenderen Erfolgen im Schiffbau kam, ist nicht nur ein Zeichen eines starken Vertrauens zur deutschen Technik und Industrie, nicht nur ein volkswirtschaftlich bedeutungsvoller Schritt gewesen, sondern vor allem auch eine Tat, die der Weiterentwicklung des deutschen Schiffbaues vielleicht ihren stärksten Anstoß gab. Den Männern, die damals den Mut zu diesem Vorgehen hatten, wird immer ein Ehrenplatz in der Geschichte der deutschen Technik gesichert sein. Mit der Entwicklung des Norddeutschen Lloyds ist sein befruchtender Einfluß auf die Technik traditionell verbunden geblieben. Der Übergang zum Zweischrauben-Schnelldampfer, die Schaffung neuer Schiffstypen für die verschiedensten Fracht- und Passagierdampferlinien in der Zeit, als Wiegand an der Spitze des Norddeutschen Lloyds stand, sind hierfür beredtes Zeugnis.

Wie ernst der Lloyd die Lösung technischer Aufgaben im Schiffbau auffaßte, wird auch dadurch gekennzeichnet, daß er zur Untersuchung der günstigsten Schiffsform in Bremerhaven die erste Schleppversuchstation Deutschlands baute. Damit stellte er den deutschen Schiffbauingenieuren eine in hohem Grade bedeutungsvolle Anlage zur wissenschaftlichen Forschung zur Verfügung und leistete Großes für den ganzen deutschen Schiffbau. Aber nicht nur der Schiffsform, auch der Konstruktion der für die Sicherheit der Schiffe so wichtigen Schotte galt die besondere Aufmerksamkeit des Lloyds, und die auf Grund seiner Versuche vom Germanischen Lloyd aufgestellten Vorschriften sind endgültige Grundlagen für die Berechnung der Schotte geworden.

Mit dem Bau hochwertiger Passagierdampfer war ferner die Frage der Sicherheitseinrichtungen und Hilfsmaschinen an Bord der Schiffe verknüpft, deren Bau und Entwicklung in Deutschland man sich besonders angelegen sein ließ. Im Zusammenhang mit der Erhöhung der Sicherheit der Schiffe stand auch die Förderung der drahtlosen Telegraphie. Mit den vom Lloyd eingerichteten drahtlosen Stationen auf Feuerschiff „Borkum Riff" und „Borkum Feuerturm" wurde die erste regelmäßige Anlage für drahtlose Telegraphie an der deutschen Küste geschaffen.

Aber auch auf anderen Gebieten hat Wiegands weitblickender Geist gewirkt. So machte er seinerzeit zugunsten der Zoellyturbine seinen Einfluß geltend und veranlaßte, daß der Lloyd sich an der Gründung des deutschen Zoellysyndikates beteiligte, das für die Einführung der Zoellyturbine und die Ausbreitung des Dampfturbinenbaues in Deutschland von großem Wert war.

Weit über Bremens Grenzen hinaus hat so der Norddeutsche Lloyd während der letzten 40 Jahre seines Bestehens fördernd die deutsche Technik beeinflußt.

Die Fülle von Aufgaben, die die Entwicklung der Schiff fahrt mit sich brachte, kam aber auch darin zum Ausdruck, da die heimische Industrie Bremens ebenfalls zur Lösung dieser Au gaben herangezogen wurde. Wie schon gesagt, war der Sicher heit der Passagierdampfer stets besondere Aufmerksamkeit zu gewandt, im Zusammenhang damit stand das ganze Gebiet, da mit dem Worte „Schiffs-Hilfsmaschinenbau" bezeichnet wir auf dem bis zum Beginn dieses Jahrhunderts unser Schiffba ganz von England abhängig war. Zur besonderen Bearbeitun der hiermit verbundenen Fragen gründete Wiegand 1901 di Norddeutsche Maschinen- und Armaturenfabrik, die heutige Atlas-Werke. Vom Lloyd übernahm das Werk die ersten Patent für die sogenannte hydraulisch-pneumatische Schottenschließvo richtung. Für die großen Dampfer bildeten die zum Verkeh zwischen den einzelnen Maschinenräumen unvermeidlichen Türe in den wasserdichten Schotten eine große Gefahr bei Beschäd gung des Schiffes durch Kollisionen. Wenn diese Türen auc einzeln von Hand an Ort und Stelle wasserdicht geschlosse werden konnten, bestand doch immer die Möglichkeit, daß si bei schweren Schäden nicht mehr rechtzeitig geschlossen wurde und dann durch Vollaufen zweier Schottabteilungen die Schwimm fähigkeit des Schiffes gefährdet war. Es gelang, Einrichtunge zu schaffen, die es dem Kapitän ermöglichten, von der Brück aus im Gefahrfalle alle Schottüren rasch zu schließen und d durch das Schiff auch bei Beschädigung eines Raumes zu sicher Seither wurden alle großen deutschen Passagierdampfer un viele ausländische mit dieser Schottenschließvorrichtung au gerüstet. So wurde nicht nur die Sicherheit der großen Passagie dampfer wesentlich erhöht, sondern auch erst die Möglic keit gegeben, die gewaltigen Maschinenräume der Schnel dampfer so zu bauen, daß ein sicherer ungehinderter Betrie gewährleistet wurde.

Galt dieser Fortschritt der Sicherheit des Schiffes bei B schädigungen, so war ein weiterer bedeutender Erfolg die Siche stellung der Navigation bei Nebel an der Küste. Wenn die Feue schiffe und Seezeichen mit dichtem Schleier verhüllt sind u weder die Lichter noch die Sirenen der Feuerschiffe dem Kapitä die Ansteuerung des richtigen Fahrwassers ermöglichen, w früher das Schiff gezwungen, vor Anker zu gehen und kostba Zeit zu verlieren. Da kamen die Vorschläge, die vorzüglic Leitfähigkeit des Wassers für die Übertragung von Tönen au zunutzen, um den Schiffsort zu bestimmen. Das Verdien praktisch zuerst brauchbare Lösungen für die Verwendung dies wissenschaftlichen Erkenntnis an Bord der Schiffe gefunden haben, gebührt den Amerikanern Grey und Mundy. Als sie i Jahre 1904 ihre Patente nach Deutschland brachten, fanden s zunächst wenig Beachtung, bis durch Vermittlung des Lloyds ih Erfindung den Atlas-Werken zur Weiterentwicklung und Ei führung in die deutsche Schiffahrt übertragen wurde.

Es hieß dabei aber nicht nur, für die Schiffe gute Empfang apparate zu schaffen und gute Geberstationen — Unterwasse Glockenanlagen — auf den Feuerschiffen einzubauen, sonde auch Verständnis für diese wichtige Neuerung zu wecken. Seit ist jedes wichtige deutsche Feuerschiff mit einer Geberstati ausgerüstet, deren Signale dem Navigationsoffizier die beru gende Gewißheit geben, daß er auch im Nebel den richtig Kurs steuert. Von ganz besonderer Bedeutung wurden die Unt wasserschallapparate für die U-Boote im Kriege, die mit ih Hilfe die sie verfolgenden Schiffe auf große Entfernung hör und ihre Maßnahmen danach treffen konnten. Ja es gelang gar, mit Hilfe besonderer Schallgeber eine „Unterwassertelegr phie" für U-Boote auszubilden und schließlich nach den Patent der Herren v. Hornbostel und Wertheimer die Verfahr zur Bestimmung der Schall**richtung** auch unter Was durchzuführen. Heute ist das Unterwasserschallwesen als we volle Sicherheitseinrichtung in der deutschen Schiffahrt sch lange anerkannt und weit verbreitet, ein Zeichen, wie wich es war, daß den Ideen der amerikanischen Erfinder seinerz hier in Bremen Verständnis entgegengebracht wurde.

Mit der zunehmenden Größe der Schiffshauptmaschinen t ferner die Notwendigkeit ein, immer mehr Funktionen von Hauptmaschine wegzunehmen und besonderen selbständigen Hil maschinen zu übertragen. Der richtige Bau der letzteren ist ni nur für die Betriebsicherheit, sondern auch für die Wirtschaftli keit des ganzen Schiffes wichtig.

Die hiermit verknüpften Fragen der Wärmewirtschaft Bord der Schiffe, die besonders die Ausnutzung der in d Abdampf noch enthaltenen sogenannten latenten Dampfwär bezweckten, bedurften, je mehr die Hauptmaschinenanlagen Größe und Vollkommenheit wuchsen, der besonderen Bearbeitu durch ein sich diesem Gebiet besonders widmendes Werk. Ni minder wichtig war dies, als mit Aufnahme des Motorschiffba die Einführung elektrisch betriebener Hilfsmaschinen nötig wur

Die eingehende Beschäftigung mit wärmetechnischen A gaben wirkte aber auch befruchtend auf andern Gebiet Es ist bekannt, wie wärmewirtschaftlich schlecht die Lo motiven arbeiten; allein schon der Anblick der ständig weichenden Dampfmengen beweist dies. Nun lag zwar der danke nahe, auch hier die latente Wärme dieses Dampfes Speisewasservorwärmung zu benutzen, aber alle Versuche hat bisher nicht den gewünschten Erfolg gehabt. Erst die auf ä lichem Gebiet im Schiffsmaschinenbau gewonnenen reichen

.hrungen ermöglichten es den Atlas-Werken vor zwölf Jahren, e ersten wirklich brauchbaren Speisewasservorwärmer für Lokootiven zu bauen. Als es nach außerordentlich schwierigen Verandlungen endlich gelungen war, die Bedenken der Eisenbahnerwaltung zu überwinden, und die ersten Versuchsfahrten stattanden, war der Erfolg so überraschend, daß die Eisenbahn ihre genen mit den besten Apparaten ausgeführten Messungen anweifelte und sich erst durch wiederholte Versuche davon überugte, daß tatsächlich Kohlenersparnisse von 18 vH und mehr zielt wurden. Was das bei dem Kohlenbedarf der Staatsbahnen deutet, bedarf keiner Erläuterung. Heute wird keine Güterler Schnellzuglokomotive ohne Speisewasservorwärmer gebaut. ie bahnbrechende Arbeit zur Einführung dieser wirtschaftlich bedeutungsvollen Neuerung ist hier in Bremen geleistet worden.

Interesse und Mut, sich neuen technischen Problemen zuzuwenden, auch wenn sie zunächst keinen unmittelbar greifbaren orteil versprachen, ist wiederholt von der Bremischen Industrie ezeigt worden. Hier ist zu erwähnen die Arbeit, die die Aktienesellschaft „Weser" der Entwicklung des U-Boot-Baues schon or dem Kriege widmete. Schon damals verfolgte man hier den edanken, daß große Geschwindigkeiten auch unter Wasser zu reichen seien, um dem U-Boot eine der für die Kriegführung ötigsten Eigenschaften zu verleihen. Dem damaligen Stand des ieselmotorbaues entsprechend, war die Lösung mit diesel-elekischem Antrieb noch nicht möglich, und es entstand der auch och heute verfolgte Plan, mit durch Dampf betriebenen Booten um Ziel zu kommen. Wenn auch der im Kriege beispiellos ntwickelte Dieselmotorbau die ursprünglichen Pläne nicht zur usführung kommen ließ, war die darauf verwandte Mühe inofern von großem Wert, als die Aktien-Gesellschaft „Weser" leich nach Kriegsausbruch den U-Boot-Bau aufnehmen konnte nd mit großem Erfolg alle Typen, vom U-Boot-Kreuzer bis herab um kleinen Küsten-U-Boot, baute, das mit der Bahn an die dria transportiert und hier in kürzester Zeit zusammengesetzt erden konnte. Von besonderer Bedeutung war es, daß die Weser" sich schon frühzeitig mit der Ausnutzung der Patente ur Unterbringung des Treiböles in Bunkern, die einen selbstitigen Ausgleich des verbrauchten Öles durch Seewasser vorhen, beschäftigte und diese Patente erworben hatte. Diese rt der Unterbringung, die dann auf sämtlichen deutschen -Booten angewandt wurde, gab erst die Möglichkeit für den n Krieg soviel beachteten großen Fahrbereich der deutschen -Boote, ohne den die Leistungen unserer U-Boote undenkbar ewesen wären. Während ferner die Aktien-Gesellschaft „Weser" ch insbesondere um die Entwicklung der kleinen Kreuzer Verienste erwarb und gleichzeitig sich dem Bau hochwertiger neuer racht- und Passagierdampfer widmete, förderte der benachbarte remer Vulkan ausschließlich den Handelsschiffbau und schuf ir viele deutsche Reedereien wertvolle neue Typen. Als techische Leistung dieser Werft ist aber von besonderer Bedeutung, aß sie im Kriege, trotz des großen Mangels an gelernten rbeitern, sich rasch und mit vollem Erfolg auf den U-Boot-Bau nstellen konnte. Widmeten diese beiden Werften sich voriegend der Entwicklung des Dampfschiffbaues, so kann eine ritte, zwar nicht in Bremen gelegene, aber zu den Bremer Schiffauunternehmungen zählende Werft, die Tecklenborg-Werft, für ch den Ruhm in Anspruch nehmen, den Segelschiffbau zur öchsten Vollendung getrieben und die größten und schönsten egelschiffe der Welt erbaut zu haben. Dieselbe Werft baute ber auch für die bremische Dampfschiffahrts-Gesellschaft Hansa" eines der ersten deutschen Dieselmotorschiffe, für das uch der Dieselmotor auf der Werft selbst gebaut wurde.

Wirkte in erster Linie die glückliche Entwicklung Bremens uf den Schiffbau und die ihm nahestehenden Gebiete, so wurde ber auch anderen Industriezweigen, die neue technische Fortchritte hier zur Entwicklung bringen wollten, Verständnis entegengebracht und ihre Bemühungen tatkräftig unterstützt. Das ihrte die Besigheimer Ölfabriken nach Bremen, die hier das ir die Speiseölindustrie so bedeutungsvolle Verfahren zur Härtung von Fetten und Ölen ausbauten. Die Gründung der Kaffee-Handels-A.-G. ist ein weiteres Zeichen, wie erfolgreich Erfindungen in Bremen aufgenommen und ausgenutzt wurden. Daß solche Bereitwilligkeit in großem Umfang den eigenen industriellen Ausbau fördern mußte, bedarf keiner besonderen Begründung; sie hat aber auch über die Grenzen der Stadt hinaus gewirkt, und oft haben sich neue technische Pläne und Entwürfe durch Bremens Mitarbeit verwirklicht. Erinnert sei hier nur daran, daß Bremer Reeder im Kriege sich bereit fanden, eine Handels-U-Boot-Reederei zu betreiben. Auch sonst zeigt die Vielseitigkeit unserer Industrie, welch günstigen Boden technische Arbeit in Bremen fand. Eine stark entwickelte Automobilindustrie haben die Hansa-Lloyd-Werke aufgebaut, dem Bau von elektrischen Maschinen, besonders für den Bordbetrieb widmen sich die Lloyd-Dynamo-Werke, Straßenbahnwagen und Waggonbau pflegt die Norddeutsche Waggonfabrik, die Vorteile eines Seehafens für die Schwerindustrie nützt mit immer sich mehrender Produktion die Norddeutsche Hütte. Alle diese Industrien verdanken zum größten Teil ihre Entstehung Wiegands weitsichtigem Schaffen.

Es würde zu weit führen, wollte ich von allen Zweigen bremischen technischen und industriellen Lebens sprechen. Für die verhältnismäßig kurze Zeit, seit der Bremen als Industriestadt anzusprechen ist, zeigen die angeführten Beispiele zur Genüge, daß nicht nur vorhandene Ideen ausgebaut und weiterentwickelt, sondern daß vor allem auch neue Erkenntnisse gewonnen wurden.

Seit dem Aufblühen der Stadt nach beendeter Unterweserkorrektion, seit der Entwicklung des Lloyds zur führenden Passagierreederei hat technisches Schaffen im Wirtschaftsleben Bremens immer verständnisvolle Aufnahme und Mitarbeit gefunden. Entwicklung der Technik soll nicht Aufgabe der Ingenieure allein sein, sie erfordert ein Zusammenarbeiten mit allen wirtschaftlichen Kräften, so wie auch Einzelfortschritte der technischen Wissenschaften erst in ihrer Ausdehnung auf das ganze technisch-wissenschaftliche Gebiet zur vollen Auswirkung kommen. Dazu ist nötig, die weiten Zweige technisch-wissenschaftlichen Lebens und die darin tätigen geistigen Kräfte zusammenzufassen und in gegenseitiger Anregung zu fördern. Diesem Ziel strebt der Verein deutscher Ingenieure zu, und dankbar denken wir am heutigen Tage daran, welche Vorbedingungen uns in Bremen bei dieser Arbeit, seit für Bremen die Technik von Bedeutung wurde, gegeben waren, und welche Verdienste um Förderung und Entwicklung der Technik sich der Bremer Staat, seine Reedereien und Industrien erworben haben. Der mutige hanseatische Wahlspruch, der dies ehrwürdige Haus ziert, dessen Gastfreundschaft wir heute genießen dürfen: „Buten und binnen, wagen und winnen", hat auch auf diesem Arbeitsfeld gegolten. Das „Wagen und Winnen" ist aber immer auch das Kennzeichen forschender Ingenieurarbeit. Das Hineindringen in die Gesetze der Natur, der Kampf, ihre Kräfte in unsere Dienste zu zwingen, ist verbunden mit dem Wagnis, keines dieser oft nicht ganz erkannten Gesetze zu verletzen, denn unerbittlich rächt die Natur oft scheinbar kleine Vergehen gegen ihre Gesetze und zertrümmert erbarmungslos in jahrelanger Mühe aufgebaute Werke. Diesen Kampf immer besser und erfolgreicher zu führen, ist das Ziel der technischen Wissenschaften, ihr Erfolg soll uns wirtschaftlich vorwärts bringen. Das wird um so mehr gelingen, je mehr wir dafür sorgen, daß neue Erkenntnisse Gemeingut aller Fachgenossen werden, je mehr Staat und Industrie, Schiffahrt und Handel Verständnis hierfür zeigen. Wenn wir daher heute unter so dankenswerter Beteiligung hervorragender Vertreter dieser Kreise unser Jubiläum festlich begehen dürfen, so schöpfen wir daraus das Vertrauen, daß die Vorbedingungen für die Entwicklung der Technik in Zukunft die gleich günstigen bleiben werden wie bisher. Unser Streben soll es sein, auch weiterhin Verbreitung und Vertiefung technischen Wissens in Bremen zu pflegen zum Wohle unserer alten Hansestadt Bremen und damit auch zum Wohle unseres ganzen Vaterlandes."

[1615]

Begriff und Einteilung der Arbeitszeit.

Da bei mündlichem und schriftlichem Meinungsaustausch immer ieder Mißverständnisse über den Begriff der Fertigungszeit aufgetaucht nd, hat der Unterausschuß für Handzeiten des Ausschusses für irtschaftliche Fertigung die Gesamtzeit der Fertigung eu unterteilt und erläutert. Hiernach teilt sich die Gesamtzeit er Fertigung in die gesamte Einrichtzeit und die Stückzeit. Die geannte Einrichtzeit setzt sich zusammen aus der eigentlichen Einchtzeit, die ausschließlich der Einrichtung und der Vorbereitung des rbeitsplatzes, der Maschine sowie des Werkzeuges dient und nur einmal r jede beliebige Stückzahl vorkommt, und der Verlustzeit beim inrichten, die durch nicht vorauszubestimmende Vorgänge beeinflußt t, und deren Umfang von den jeweiligen Betriebverhältnissen abhängt.

Die Stückzeit besteht aus Hauptzeit, Nebenzeit (Griffzeit) und erlustzeit. Die Hauptzeit oder Maschinenzeit ist die Zeit, die unmittelbar für die Form-, Lage- oder Zustandänderung des Werkstücks verbraucht wird. Sie wird unterteilt in Laufzeit und Leerlaufzeit oder Stillstand. Die Laufzeit ist die für die Bearbeitung unbedingt notwendige berechenbare Maschinenzeit einschließlich Vor-, Rück- und Überlaufzeit. Die Leerlaufzeit (Stillstand) ist derjenige Teil der Maschinenzeit, namentlich bei gleichzeitiger Bedienung mehrerer Maschinen, während deren keine nutzbringende Arbeit geleistet wird oder während deren die Maschine stillsteht. Die Nebenzeit wird nur mittelbar für Form-, Lage- oder Zustandänderung des Werkstückes verbraucht, ohne daß irgendwelche Merkmale daran entstehen. Mit Verlustzeit (der Stückzeit) bezeichnet man schließlich die Zeit für die unregelmäßigen nicht vorauszubestimmenden Vorgänge, mit denen bei jeder Arbeit gerechnet werden muß, und deren Umfang von den jeweiligen Betriebverhältnissen abhängt, ganz entsprechend wie die Verlustzeit der Gesamteinrichtzeit. („Maschinenbau" 26. Januar 1923 S. F. 11.)

[M 367]

Funkanlagen mit Lichtbogensendern.

Von C. W. Kollatz, Oranienburg b. Berlin.

Grundgedanke und neuere Entwicklung des Gerätes; neues Tast- und Fernsprechverfahren nach Pungs.

Abgesehen von dem in Deutschland nicht verwendeten Marconischen Taktfunkensender gibt es in der drahtlosen Telegraphie drei Arten von Sendern ungedämpfter elektromagnetischer Wellen: den Lichtbogen, die Hochfrequenzmaschine und die Kathodenröhre. Obwohl der Lichtbogensender bei weitem der älteste der drei genannten Sender ist, da seine Grundzüge bereits 1902 von seinem Erfinder, dem Dänen Valdemar Poulsen, angegeben worden waren, ist er namentlich in Deutschland wenig bekannt. Das mag zum Teil seinen Grund darin haben, daß er sich anfangs wegen eines wenig glücklichen Tastverfahrens, von dem noch die Rede sein wird, bei uns im allgemeinen Verkehr nicht recht einbürgern konnte, mehr aber wohl darin, daß die deutschen Kriegschiffe seit dem Jahre 1906 zum großen Teil mit Poulsen-Sendern in der Ausführung von C. Lorenz ausgerüstet worden sind und daß daher die Flottenleitung mit Recht großen Wert auf strengste Geheimhaltung dieser Funkeinrichtungen legte.

Die Erzeugung ungedämpfter Schwingungen mittels des Lichtbogens gelang zuerst dem englischen Physiker W. Duddell (1899) auf folgende Weise: Schließt man einen Kondensator von großer Kapazität (einige Mikrofarad) und eine kleine Induktionsspule parallel zu einem elektrischen Lichtbogen, der von einer Gleichstrommaschine gespeist wird (vergl. die weiter unten erläuterte Abb. 6), so wird der aus Kondensator, Spule und Lichtbogen bestehende Schwingungskreis zu elektromagnetischen Schwingungen angeregt. Die schnellen Wechselströme der Kondensatorschwingung überlagern sich dem Gleichstrom, der den Lichtbogen speist, und schwächen oder stärken diesen in schneller Folge. Durch die damit verbundenen schnellen Stromwechsel gerät bei großer Kapazität des Kondensators der Lichtbogen in synchrone Schwingungen und tönt. Die Schwingungszahl des entstehenden Tones ist bei entsprechenden Abmessungen der Kapazität des Kondensators und der Selbstinduktion der Spule gleich der der elektromagnetischen Schwingungen. Dies ist genau der Vorgang, den H. Th. Simon, Erlangen, bereits im Jahre 1898 an der „singenden Bogenlampe" beobachtete.

Abb. 1. Grundsätzliche Schaltung des Poulsen-Lichtbogensenders.

l_v Antennen-Induktionsspule,
l_v Antennen-Variometer.

Abb. 2. Unmittelbar-Schaltung.

k_b Blockkondensator,
l_z, l_a Kopplungstransformator,
k_z Kondensator im Schwingungskreis,
A Strommesser.

Abb. 3. Zwischenkreisschaltung.

Mit der Anordnung von Duddell ließen sich indes nur verhältnismäßig niedrige Frequenzen erzielen, und auch die Konstanz der Schwingung war mangelhaft. Erst die von Poulsen angegebenen Verbesserungen schufen einen praktisch brauchbaren Sender ungedämpfter Wellen. Um diese Änderungen zu verstehen, muß man folgendes berücksichtigen. Die Eigenschaft des Lichtbogens, Schwingungen anzustoßen und zu unterhalten, beruht darauf, daß entgegen dem Ohmschen Gesetz beim Lichtbogen einer Zunahme des Stromes ein Abfall der Spannung entspricht. Zeichnet man also eine Schaulinie, deren Abszissen dem Strom durch den Bogen und deren Ordinaten der Spannung zwischen den Bogenelektroden proportional sind, so ergibt diese eine gleichseitige Hyperbel, also eine fallende Charakteristik. Diese statische Charakteristik gilt aber nur für Gleichstrom. Nun wird der den Lichtbogen speisende Gleichstrom von den schnellen Wechselströmen der Kondensatorschwingung überlagert. Für den Wechselstrom gilt die sogenannte dynamische Charakteristik des Lichtbogens. Deren Schaulinie erinnert an die Magnetisierungskurve, die man auch als Hystereseschleife bezeichnet. Tatsächlich ist auch beim Lichtbogen Hysterese vorhanden. Sie hat nach P. Lertes[1]) folgenden Grund: Beim Wechselstromanstieg ist mit wachsender Stromstärke sowohl eine zunehmende Ionisation des Lichtbogens, die ja dessen Widerstand bestimmt, als auch eine Zunahme der Temperatur verbunden. Beim Stromabstieg aber folgt die Ionisationsabnahme und die Änderung der Temperatur nicht sofort und proportional der abnehmenden Stromstärke, sondern bleibt etwas dagegen zurück. Je ausgeprägter die Hysterese ist, desto weniger entspricht die Charakteristik des Lichtbogens einer fallenden Schaulinie. Der Lichtbogen wird dadurch ungeeignet, ungedämpfte Schwingungen von der in der drahtlosen Telegraphie gebräuchlichen Frequenz zu erzeugen.

Grundzüge des ursprünglichen Poulsen-Lichtbogensenders.

Es kam also, um einen brauchbaren Sender zu schaffen, in erster Linie darauf an, die Ionisierung des Gases schnell abnehmen zu lassen und für guten Temperaturausgleich zu sorgen, oder mit andern Worten, die Hysterese möglichst unschädlich machen. Poulsen ließ deshalb den Lichtbogen in einer Wass[illegible] stoffatmosphäre, z. B. Spiritusdampf, brennen und durch [illegible] Magnetfeld ablenken, Abb. 1. Beide Maßnahmen beschleuni[illegible] die Entionisierung. Die hohe Wärmeleitfähigkeit des Was[illegible] stoffes ermöglicht ferner einen schnellen Temperaturausglei[illegible] Poulsen sorgte ferner für Kühlung der (positiven) Kupferel[illegible] trode durch fließendes Wasser und ließ die (negative) Kohl[illegible] elektrode sich langsam um ihre Achse drehen, wodurch [illegible] regelmäßiger Abbrand erreicht wurde.

Im Poulsen-Lichtbogensender fließt der zum Speisen [illegible] Lichtbogens dienende Gleichstrom über einen Vorschaltwi[illegible] stand a zur Kupferelektrode b, durch den Lichtbogen, die Kohl[illegible] elektrode c und die Wicklung des Blasmagneten d zurück. Par[illegible] lel zu diesem Stromkreis liegt der die beiden Elektroden, [illegible] Kondensator k und die Induktionsspule l umfassende Schw[illegible] gungskreis. Das Magnetfeld d, dessen Kraftlinienfluß senkre[illegible] zur Papierebene zu denken ist, bewirkt, daß der zwischen [illegible] Elektroden übergehende Lichtbogen bogenförmig nach oben [illegible] gelenkt wird und schließlich abreißt. Während der Zeit, in [illegible] der Bogen erloschen ist, wird der Kondensator k aufgeladen, [illegible] der Bogen von neuem zündet. Dieser Vorgang wiederholt s[illegible] dauernd. Da der Lichtbogen und die mit ihm in Reihe gescha[illegible] ten Magnetspulen d_1 voneinander abhängig sind, regelt sich [illegible] Bogen selbsttä[illegible] und ohne nenne[illegible] werte Schw[illegible] kungen.

Die Wasserst[illegible] atmosphäre e[illegible] steht dadurch, [illegible] aus dem Gefä[illegible] ständig Spiri[illegible] auf die he[illegible] Kupferelektrod[illegible] tropft, in [illegible] Flammenkamm[illegible] verdampft u[illegible] zersetzt wird. [illegible] die Ionen [illegible] Wasserstoff[illegible] sehr bewegl[illegible] sind, werden [illegible] durch das Magnetfeld aus den Elektrodenzwischenräumen lei[illegible] entfernt. Der Bogen wird infolgedessen sehr regelmäßig [illegible] löscht. Die Wasserkühlung der Kupferelektrode b, die [illegible] Abbrennen der Elektrode trotz der hohen Bogentemperatur v[illegible] hindert, ist bei g angedeutet. Die Kohlenelektrode c wird du[illegible] einen Motor mit verlangsamendem Vorgelege gedreht.

Um die Schwingungen des Lichtbogenkreises der Anten[illegible] zuzuführen, die sie als Wellen in den Raum ausstrahlen soll, ka[illegible] man den Lichtbogen entweder unmittelbar in Reihe in die [illegible] tenne schalten, Abb. 2, oder nach Abb. 3 den Lichtbogenschw[illegible] gungskreis durch Kopplung (Spule l_z, l_a) mit dem Luftdraht v[illegible] binden. Im ersten Fall ist der Antennenkreis gleichzei[illegible] Schwingungskreis des Lichtbogens. Die Blockkondensatoren [illegible] sollen in beiden Fällen den Gleichstrom vom Schwingungskr[illegible] absperren und bieten den Schwingungen einen möglichst [illegible] ringen Widerstand.

Das Tastverfahren

verursachte zunächst besondere Schwierigkeiten. Bei der Dra[illegible] telegraphie werden die Morsezeichen dadurch hervorgebracht, d[illegible] man die Stromquelle mit der Taste für die Dauer einer Zeich[illegible] einheit an die Leitung anschaltet. Bei der drahtlosen Telegrap[illegible] sendet man zur Zeichengebung die im Sender erzeugten Schw[illegible] gungen durch rhythmischen Tastendruck über den Strahldr[illegible] (Antenne) in den Raum. Die Funkensender und die Röhr[illegible] sender können durch die Taste unmittelbar gesteuert werd[illegible] d. h. man erzeugt hier die Schwingungen erst durch den Tast[illegible] druck und nur für dessen Dauer. Sind die Energien so gr[illegible] daß Funkenbildung an der Taste zu befürchten ist, so schal[illegible] man diese über ein Tastrelais an den Sendeschwingungskreis [illegible]

Beim Lichtbogensender kann man dieses Verfahren nicht [illegible] nutzen. Denn wenn man den Bogen jedesmal erst durch [illegible] Taste zum Zünden bringen und nach Beendigung der Zeich[illegible] einheit erlöschen lassen wollte, so ergäbe das einen völlig [illegible] zulässigen Eingriff in die Schwingungserzeugung, und außerd[illegible] würde die Zeichengebung sehr verlangsamt werden. Man m[illegible] also den Lichtbogen dauernd im Betriebe lassen und zur Zeich[illegible] gebung die von ihm ausgehenden Schwingungen mit Hilfe [illegible] Taste im Rhythmus der Morsezeichen der Antenne zuführ[illegible] Aus dem oben angegebenen Grunde benutzt man beim Lichtbog[illegible] sender stets ein Tastrelais. Bis vor einigen Jahren kannte m[illegible] nur zwei Arten des Tastverfahrens, nämlich mit Tastkreis o[illegible] mit Verstimmung. Beide Tastarten sind jetzt bei den deutsch[illegible]

[1]) „Die drahtlose Telegraphie und Telephonie", Dresden und Leipzig 1922.

ichtbogensendern aufgegeben und durchweg durch das Tasten mit magnetischer Steuerung ersetzt worden.

Beim Tasten mit Tastkreis wird bei nicht gedrückter Taste der Lichtbogen über die Blockkondensatoren und eine besondere Tastkapazität kurzgeschlossen, so daß keine Schwingungen in der Antenne entstehen können. Wird die Taste gedrückt, so wird der Anker des Tastrelais angezogen, die Tastkapazität kurz geschlossen und der Kurzschluß des Lichtbogens aufgehoben, der nunmehr mit der Antenne verbunden ist. Bei dieser Einrichtung wird die Sendeenergie bei nicht gedrückter Taste durch den Kurzschluß aufgezehrt, also in Wärme umgesetzt, was wirtschaftlich und technisch unvorteilhaft ist. Außerdem ist infolge der erforderlichen schweren Relais eine schnelle Zeichengebung nicht möglich.

Im Ausland wird noch heute vielfach vom Tasten mit Verstimmung Gebrauch gemacht. Dieses Verfahren entspricht noch weniger den heutigen Erfordernissen des Funkbetriebes. Der Sender der drahtlosen Telegraphie wird auf die gewünschte Wellenlänge allgemein, also auch beim Lichtbogensender, durch Regeln der Selbstinduktion und der Kapazität des Schwingungskreises eingestellt (abgestimmt). Ein wesentliches Abstimmittel ist die Antennenverlängerungsspule (Variometer), durch die die Antenne, mit der sie in Reihe geschaltet ist, gewissermaßen verlängert wird. Je länger ein Leiter ist, desto größer ist seine Selbstinduktivität, desto kleiner also unter sonst gleichen Verhältnissen die in ihm auftretende Frequenz und desto kleiner die Wellenlänge, die ja der Frequenz umgekehrt proportional ist. Je mehr Windungen der Verlängerungsspule eingeschaltet sind, desto größer ist also die Wellenlänge der in der Antenne auftretenden Sendeschwingungen. Beim Tasten mit Verstimmung wird nun bei nicht gedrückter Taste ein Teil der Antennenverlängerungsspule durch das Tastrelais kurz geschlossen. Der Lichtbogen sendet also bei nicht gedrückter Taste entsprechend kürzere Wellen, die sogenannten Verstimmungswellen. Wird die Taste gedrückt, so wird der Kurzschluß jener Windungen aufgehoben, und der Lichtbogen sendet nun mit der längeren Betriebswelle, die man als Sendewelle bezeichnet. Immerhin stellte sich beim Betriebe mehr und mehr heraus, daß die verstimmten Wellen den Empfang störten, da die Abstimmungsschärfe durch äußere Einflüsse leicht verloren gehen kann. Ferner wurden auch benachbarte fremde Sender und Empfänger vielfach durch die verstimmten Wellen gestört. Bei der zunehmenden Verdichtung des Weltfunknetzes spielt es schließlich auch eine Rolle, daß bei diesem Tastverfahren jeder Lichtbogensender zwei Wellenlängen beansprucht, da man mit den verschiedenen für die drahtlose Telegraphie und Telephonie verfügbaren Wellenlängen haushälterisch umgehen muß. Von dem neuen Tastverfahren mit magnetischer Steuerung wird bei der Besprechung der neueren Verbesserungen des Lichtbogensenders noch die Rede sein.

Abb. 4. Lorenz-Poulsen-Bordsender für 1,5 kW.

a Flammenkammer,
b Magnetspulen,
c Motor zum Drehen der Kohlen,
d Schwingungsprüfer,
e Handrad für den Lichtbogenvorschaltwiderstand,
f Magnetisches Nebenschlußrelais,
g Spiritus-Vorratgefäß,
h Tastrelais,
i Klapptaste,
k Tastwiderstand, Tastkapazität, Antennenschwächungs-Widerstand,
l Kopplungsspulenschalter,
m Primär-Sendespulen.

Kriegschiffstationen.

Nachdem es Poulsen gelungen war, einen betriebsbrauchbaren Lichtbogensender zu schaffen, übernahm zunächst die Amalgamated Corporation zusammen mit C. Lorenz A.-G., später diese allein, die Verwertung der Poulsenschen Patente für Deutschland. Wie bereits erwähnt, wurden vom Jahre 1906 ab fast alle größeren Schiffe der deutschen Kriegsflotte mit Poulsen-Sendern ausgerüstet. Auch das Landheer benutzte zum Teil fahrbare Poulsen-Sender, und mehrere ortfeste Anlagen waren in Festungen eingerichtet. Als Beispiel eines dieser älteren Lorenz-Poulsen-Sender sei hier der für mittelgroße Kriegschiffe benutzte 1,5 kW-Bordsender, Abb. 4, und der für Schlachtschiffe bestimmte 4 kW-Bordsender erwähnt. In Abb. 4 sieht man rechts in der Mitte die die Lichtbogen enthaltende Flammenkammer a und zu beiden Seiten die Magnetspulen b. Unterhalb der Flammenkammer ist der Motor c zum Drehen der Kohlen eingebaut. Bemerkenswert ist noch der Schwingungsprüfer d; er besteht aus einem in offenem Gehäuse untergebrachten Kleinmotor, dessen Achse eine von einem Messingring eingefaßte Hartgummischeibe trägt. Eine auf der Scheibe befestigte Heliumröhre, die mit dem einen Pol an dem Motorkörper, mit dem andern an den Messingring angeschlossen ist, beleuchtet während des Sendevorganges infolge der Umdrehung der Scheibe durch den Motor diese mit einem Lichtschein, dessen Gleichförmigkeit dem Funkbeamten anzeigt, daß die Schwingungen von der erforderlichen Gleichmäßigkeit sind. Dieser Schwingungsprüfer, der jedem Sender beigegeben wird, kann an beliebiger Stelle an der Wand befestigt werden.

Abb. 5. Lichtbogen-Fernsprechschaltung.

a Lichtbogen,
b Schwingungskreis,
c Kopplungstransformator,
d Mikrophon,
e Antennen-Variometer.

Abb. 6. Neuestes Tastverfahren mit magnetischer Steuerung.

a Lichtbogen,
b Blockkondensator,
c Sendekondensator,
d Verlängerungsspule,
e Tastdrossel,
f Hochfrequenzspule
g Taste,
h Sendespule.

Abb. 7. Änderung von Widerstand und Selbstinduktion der Hochfrequenzwicklung in Abhängigkeit vom Gleichstrom.

L Selbstinduktion } der Hochfrequenzwicklung
R Widerstand }
ig Gleichstrom

Die Kriegschiffsender waren für drahtloses Fernsprechen eingerichtet. Wie sich aus Abb. 5 ergibt, die die Grundzüge der Fernsprechschaltung zeigt, ist das Mikrophon unmittelbar in den Antennenkreis eingeschaltet, der mit dem Lichtbogen-Schwingungskreis über einen Kopplungstransformator verbunden ist. Diese Schaltung, das sogenannte Antennensprechen, hat den Nachteil, daß mehrere Mikrophone parallel geschaltet werden müssen (was in Abb. 5 nicht angedeutet ist) und daß die Mikrophonkontakte infolge der großen Stromstärke leicht verbrennen oder zusammenbacken.

Wie bereits erwähnt, haben die Lichtbogensender in den letzten Jahren durchgreifende Verbesserungen erfahren. Zur Erzielung einer größeren Gleichförmigkeit der Schwingung werden bei den neueren Sendern beide Elektroden gedreht. Ferner wurde der Wirkungsgrad der Antenne durch eine neue Energieschaltung nach Herzog wesentlich verbessert. Bei dieser Schaltung wird die Antenne oder die Erdleitung über eine besondere Selbstinduktionsspule mit veränderlichem Abnehmer und zwei parallel liegenden Blockkondensatoren an die beiden Elektroden des Lichtbogens geführt. Der Zwischenkreis, Abb. 3, wurde allgemein eingeführt. Er ermöglicht eine scharfe Abstimmung des Senders und völlige Freiheit von Oberschwingungen. Am wichtigsten sind die großen Fortschritte, die beim Tastverfahren und mit einer neuen Fernsprechanordnung erzielt worden sind. Sie sollen daher hier etwas eingehender besprochen werden.

Das neue Tastverfahren mit magnetischer Steuerung,

das heute bei sämtlichen Lorenz-Sendern angewandt wird, Abb. 6, besteht in der vollkommenen Unterdrückung des Antennenstromes während der Zeichenpausen. Spulen mit Eisenkern und einer Hochfrequenzwicklung ändern ihre Dämpfung in Abhängigkeit von einer Gleichstrom-Hilfsmagnetisierung in weiten Grenzen. Bei nicht geschlossener Taste drosselt die Hochfrequenzwicklung *f* der Tastdrossel *e* den Hochfrequenzstrom bis zum Nullwert, so daß in der Antenne keine Schwingung entstehen kann. Wird nun zum Zeichengeben die Taste *g* gedrückt und dadurch der Strom einer Batterie über die Gleichstromwicklung der Tastdrossel geschlossen, so nehmen dadurch Selbstinduktion und Ohmscher Widerstand der Hochfrequenzwicklung erst sehr rasch und dann allmählich ab, Abb. 7. Die Drosselwirkung der Wicklung auf die Sendeschwingung hört infolgedessen beim Drücken der Taste sofort auf, und die Schwingungen fluten während der Dauer des Tastendrucks über die Antenne in den Raum.

Abb. 8. Magnetisierung des Eisens der Tastdrossel.

n_{igl} = Gleichstrom-Amperewindungen
n_{ih} = Hochfrequenz-Amperewindungen,
B = Kraftlinienfluß,
B_h = Kraftlinienfluß durch den Hochfrequenzstrom hervorgebracht.

Abb. 9. Der 4 kW-Lorenz-Poulsen-Sender in Lyngby (bei Kopenhagen).

In Abb. 8 ist die Magnetisierungskurve des Eisens in Abhängigkeit von dem Gleichstrom und unter dem Einfluß des Hochfrequenzstromes dargestellt. Daraus ergibt sich, daß für den Hochfrequenzstrom ohne Gleichstrom die Kraftlinienänderung und damit die Selbstinduktion bedeutend größer ist als bei einer Gleichstrommagnetisierung nahe an der Sättigungsgrenze. In gleicher Weise bildet sich auch die (nicht eingezeichnete) Hystereseschleife und damit der Energieverlust durch Ohmschen Widerstand verschieden aus. Dieses von Pungs angegebene Tastverfahren erlaubt, mit einer ganz kleinen Taste Antennenleistungen bis zu 50 kW unmittelbar, noch größere Leistungen mit Hilfe eines kleinen Zwischenrelais bis auf null zu tasten. Es ermöglicht sehr schnelles Handtasten wie auch Schnelltelegraphie. Für diese ist die Einrichtung so getroffen, daß die Tastenergie über Elektronenröhren geliefert wird, die durch die kleinen Gitterströme gesteuert werden.

Das Lichtbogenfernsprechen.

Auf demselben Grundgedanken beruht die Beeinflussung der Antenne durch das Mikrophon beim Lichtbogenfernsprechen nach dem neuesten Verfahren nach Pungs. Man braucht sich statt der Taste *g*, Abb. 6, nur das Mikrophon eingeschaltet zu denken. Werden die beim Sprechen gegen die Schallplatte des Mikrophons entstehenden Schwingungen im Rhythmus der Sprachschwingungen der Gleichstromwicklung der Tastdrossel *e* aufgedrückt, so werden die Hochfrequenzschwingungen im gleichen Rhythmus beeinflußt. Die Antenne strahlt somit elektromagnetische Wellen aus, die nach den Sprachschwingungen umgeformt sind. Tatsächlich wird für das Fernsprechen aber nicht die Tastdrossel, sondern eine besondere Beeinflussungsspule benutzt.

Der 4 kW-Lorenz-Poulsen-Sender in Lyngby (bei Kopenhagen)

ist einer der neuesten Lichtbogensender. Die Flammenkammer mit den Magnetspulen ist, wie aus der Abb. 9 hervorgeht, links

Abb. 10. Der 10 kW-Lorenz-Poulsen-Sender in Königswusterhausen.

von den übrigen Gerätteilen gesondert eingebaut. Über der Flammenkammer befindet sich das Spiritustropfgefäß. Rechts vom Lichtbogenerreger sind die Gleichstromanschlüsse und das Abstimmgerät für Telegraphie und Telephonie untergebracht. Der Sender arbeitet beim Telegraphieren mit 2000 bis 6000 m Wellenlänge, beim Fernsprechen beträgt der Wellenbereich 2000

Abb. 11. Unmittelbar-schaltung. Abb. 12. Zwischenkreis-schaltung. Abb. 13. Fernsprechschaltung.

—— Antennenkreis —·—Zwischenkreis —— Lichtbogenkreis

bis 4000 m. Der abgebildete Sender ist auf der dänischen Großfunkstelle in Lyngby (bei Kopenhagen) im Betrieb und wurde u. a. wiederholt zu Fernsprechversuchen zwischen Teilnehmern der Ortsfernsprechnetze von Berlin und Kopenhagen mit bestem Erfolge verwendet.

Der neueste deutsche Lichtbogensender

befindet sich in der Hauptfunkstelle in Königswusterhausen. Er dient dem Europaverkehr und auch dem telephonischen Wirtschafts-Rundspruchdienst, der am 1. September 1922 eröffnet worden ist. Seine Leistung beträgt 10 kW. Die Bedienungsgriffe und die Abstimmittel sind an einer aus mehreren Marmortafeln gebildeten Wand angebracht, hinter der die Geräte je nach dem zur Verfügung stehenden Raum entsprechend den elektrischen Verhältnissen aufgestellt sind, Abb. 10. Links sehen wir die Gleichstromschalttafel mit den Blockrelais und den Meßgeräten, dann folgt nach rechts der Lichtbogenerzeuger. Unterhalb der Flammenkammer ist das Handrad des Lichtbogen-Vorschaltwiderstandes angebracht. Die dritte Schalttafel ist für das Hochfrequenzgerät bestimmt und trägt die Handgriffe zu

Abstimmen des Senders. Die letzte, über dem Tisch angebrachte Schalttafel dient dem Fernsprechen und trägt die Einrichtungen zur Überwachung der Schwingungen und Wellenlängen. Wie sich aus den Schaltbildern, Abb. 11 bis 13, ergibt, kann der Sender für Telegraphie mit oder ohne Zwischenkreis arbeiten; für Fernspechen kommt nur die Zwischenkreisschaltung in Betracht. Der Sender hat einen Wellenbereich von 2600 bis 9000 m. Der Strom in der Antenne beträgt bei Telegraphie mit Zwischenkreis 45, ohne Zwischenkreis 60 und beim Fernsprechen 35 A. Der Taststrom beträgt etwa 2 A.

Auch bei mehreren kleineren Lichtbogensendern nach Poulsen-Lorenz sind bereits die neuesten Verbesserungen mit bestem Erfolg verwendet worden. So arbeitet in der Funkstelle Lyngby seit einigen Jahren ein derartiger Sender für 4 kW, der u. a. zu sehr günstig verlaufenen Fernsprechversuchen zwischen Teilnehmern der Ortsfernsprechnetze Berlin und Kopenhagen benutzt wurde. Bei dem neuesten Bordsender für 3 kW Leistung werden im Gegensatz zu den erwähnten Landsendern die beiden Elektroden in schnelle Umdrehung versetzt, damit der Bogen noch gleichmäßiger brennt. [1539]

Dreieckschaubilder für graphische Berechnungen.

Von G. Neumann, Oberingenieur bei der Wärmestelle Düsseldorf.

Vorteile graphischer Berechnungsverfahren. Vorteile des Dreieckschaubildes. Dreieckschaubild für die Berechnung des Druckabfalles von strömenden Gasen oder Dämpfen in Rohrleitungen. Verschiedene Möglichkeiten der Anwendung von Dreieckschaubildern.

Gegenüber dem gewöhnlichen Rechenverfahren haben graphische Verfahren, wenn sie einfach und übersichtlich sind, große Vorteile, insbesondre bei häufig wiederkehrenden Rechnungen und wenn sie durch nicht unbedingt zuverlässige Personen ausgeführt werden. Graphische Verfahren sparen Zeit, sind bei aufmerksamer Handhabung des Schaubildes hinreichend genau und wirken auf die Dauer nicht geisttötend und ermüdend, wie andre Rechenarbeiten. Ein besonderer Vorteil ist ferner die bequeme und unbedingt sichere Kontrolle der Ergebnisse, die bei gewöhnlichen Berechnungen mühsam und zeitraubend und niemals so sicher ist, weil man beim graphischen Verfahren nur die eingezeichneten Linienzüge zu überblicken braucht. Man kann daher für graphische Berechnungen Hilfskräfte verwenden und sich darauf beschränken, das Ergebnis zu überprüfen.

In vielen Fällen bietet das Dreieckschaubild besondere Vorteile für die Durchführung graphischer Berechnungen, wie die folgenden Beispiele zeigen werden.

Berechnung des Druckverlustes von Gasen und Dämpfen in Rohrleitungen.

Zugrunde gelegt werden die Formeln von W. Schüle und Fritsche[1]) für den Druckverlust von Gasen und Dämpfen in geraden, wagerechten Rohrleitungen von gleichbleibendem Durchmesser und mittlerer Rauhigkeit, bei überkritischen Geschwindigkeiten, die in der Praxis fast ausschließlich vorkommen:

$$h = \beta \gamma \frac{w^2}{D} l \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$\beta = 6{,}02\, D^{-0{,}269} (\gamma\, w)^{-0{,}148} \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Hierin ist

h in mm W.-S. der Druckverlust in der Leitung,
D „ „ der Durchmesser der Leitung,
l „ m die Länge der Leitung,
γ „ kg/m³ das spezifische Gewicht des Gases oder Dampfes,
w „ m/s die Geschwindigkeit des Gases oder Dampfes.

Setzt man den Ausdruck für β in Gl. (1) ein und logarithmiert, so erhält man:

$$\lg h = 1{,}852 \lg w + 0{,}852 \lg \gamma + \lg 6{,}02 + \lg l - 1{,}269 \lg D \quad (3).$$

Setzt man $l = 1$ m, also $\lg 1 = 0$, so wird

$$\lg h = 1{,}852 \lg w + (0{,}852 \lg \gamma + 0{,}78) - 1{,}269 \lg D \quad . \quad . \quad (4).$$

[1]) Vgl. „Maschinenhütte" 23. Aufl., S. 448 u. 450. Für steigende Leitungen erhöht sich h entsprechend dem Eigengewicht der zu befördernden Dampf- oder Gassäule um γH, worin H der Höhenunterschied in m zwischen Anfang und Ende der Leitung ist; für fallende Leitungen vermindert sich h um den gleichen Betrag.

Diese Gleichung läßt sich in einem gleichseitigen Dreieck darstellen, Abb. 1. Zu diesem Zweck trägt man in beliebigem Maßstab von C aus $\overline{Cc} = 0{,}852 \lg \gamma + 0{,}78$, von B aus $\overline{Bb} = 1{,}852 \lg w$, ferner von B aus $\overline{Bb'} = 1{,}269 \lg D$ auf. Vervollständigt man von den Punkten c, b und b' aus den eingezeichneten, aus Parallelen zu den Dreieckseiten bestehenden Linienzug, so ergibt der Punkt a auf der Grundlinie des Dreiecks den gesuchten Wert von $\lg h$.

Beweis: $\overline{Cc} = \overline{b\beta} = \overline{Bb'''}$
$\overline{Bb} = \overline{\beta b'''} = \overline{b''b'''}$;
somit ist $\overline{Cc} + \overline{Bb} = \overline{Bb''}$.
Da jedoch $\overline{b'b''} = \overline{\beta' b'} = \overline{Aa}$,
so ist $\overline{Aa} = \overline{Cc} + \overline{Bb} - \overline{Bb'}$.

Das Verfahren eignet sich somit zur graphischen Darstellung von Gl. (4). Abb. 2 zeigt ein derartiges Schaubild, das zur Bestimmung des Druckverlustes in Dampf-, Druckluft- und Gasleitungen verwendet werden kann. Verschiebt man die linke Dreieckseite nach links, so erhält das Bild die Form eines Trapezes, und man kann Druckverluste von weniger als 1 mm W.-S. auf 1 m Rohrlänge ablesen, deren Logarithmus negativ ist und somit aus dem Dreieck herausfällt. Der strichpunktierte Linienzug ist ein Anwendungsbeispiel für gesättigten Dampf von 16,2 at abs. ($\gamma = 8$ kg/m³), 80 m/s Geschwindigkeit und 300 mm Leitungsdurchmesser. Der Druckverlust hierbei beträgt h = rd. 75 mm W.-S. oder $\frac{75}{10\,000} = 0{,}0075$ at auf 1 m Rohrlänge.

Abb. 1. Dreieckschaubild für die Gleichung $\lg h = 1{,}852 \lg w + (0{,}852 \lg \gamma + 0{,}78) - 1{,}269 \lg D$ (Druckverlust in Rohrleitungen).

Abb. 2. Universal-Schaubild für graphische Berechnung des Druckabfalles in Rohrleitungen in mm W.-S. pro m Rohrlänge.

Abb. 3. Dreieckschaubild für die Gleichung $m\,x + y + z =$ konst.

Der Druckverlust in einem voll geöffneten normalen Durchgangventil ist nach Eberle gleich dem Druckverlust in der geraden Leitung auf rd. 16 m Länge. Er beträgt somit in diesem Fall

$$\frac{75}{10\,000} \cdot 16 = 0{,}12 \text{ at.}$$

Möglichkeit der Anwendung von Dreieckschaubildern.

Das Dreieckschaubild eignet sich für alle Berechnungen im Rahmen der niederen Mathematik, also für Additionen, Substraktionen, Multiplikationen, Divisionen, Potenzierungen und Radizierungen. Abb. 3 zeigt die Funktion $x + y + z =$ konst.

Beweis: $\overline{Cc} = \overline{Bb'}$
$\overline{Bb} = \overline{b'\beta} = \overline{ab'}$,
somit ist $\overline{Cc} + \overline{Bb} + \overline{Aa} = \overline{AB} =$ konst.

Hierauf beruht die Darstellung von Abgasanalysen im Dreieckschaubild nach der Beziehung

$$(2{,}88 + Kc)\, CO + (4{,}76 + Kc)\, CO_2 + 4{,}76\, O_2 = 100$$ [2])

Das Prinzip dieser graphischen Darstellung ist auch unter dem Namen „Gibbsches Dreieck" bekannt. Das Bild läßt sich ebenso für die Funktion $x\,y\,z = K$ anwenden, denn wenn man diesen Ausdruck logarithmiert, so erhält man $\lg x + \lg y + \lg z = K'$, braucht somit die Dreieckseiten nur mit einer logarithmischen Teilung zu versehen.

Abb. 4 zeigt die Funktion $x = y + z$. Sie eignet sich auch mit Hilfe logarithmischer Teilungen für die Funktion $x = y\,z$ oder $\lg x = \lg y + \lg z$. Verfolgt man den eingezeichneten Linienzug nach den gestrichelten Pfeilen, so entspricht dies der Funktion $x - y = z$, oder $\frac{x}{y} = z$ (oder $\lg x - \lg y = \lg z$).

Ferner eignet sich dieses Bild für die Funktion $x^y = z$, denn logarithmiert man diese zweimal, so erhält man $\lg y + \lg(\lg x) = \lg(\lg z)$. Um somit $x^y = z$ in Abb. 4 darzustellen, muß man die Werte zwischen 0 und y_{max} einmal logarithmieren und auf der Dreieckseite AB auftragen, die Werte zwischen 0 und X_{max} bezw. Z_{max} doppelt logarithmieren und auf den Dreieckseiten BC und AC auftragen.

Abb. 5 zeigt die Funktion $x = z + z' - y$.

Abb. 4. Dreieckschaubild für die Gleichung $x = y + z$.

Abb. 5. Dreieckschaubild für die Gleichung $x = z + z' - y$.

Abb. 6. Dreieckschaubild für die Gleichung $x = y - (z + z' + z'')$.

Beweis:

$$z' = \overline{Bb'''}$$

$$z = \overline{\beta b'''} = \overline{b''b'''},$$

somit ist $\overline{b'b''} = z + z' - y$

und da $\overline{b'b''} = \overline{b'\beta'} = x$,

so folgt: $x = z + z' - y$. Dieses Bild kann man wie oben benutzen, um die Funktion $x = \frac{z\,z'}{y}$ darzustellen, indem man diesen Ausdruck logarithmiert, $\lg x = \lg z + \lg z' - \lg y$. Da ferner $x + y = z + z'$ ist, so läßt sich das gleiche Bild auch für die Funktion $x^y = z^{z'}$ verwenden, wenn man diese zweimal logarithmiert: $\lg y + \lg(\lg x) = \lg z' + \lg(\lg z)$.

Hat man mehr als drei Werte zu addieren oder zu subtrahieren, so kann man sich auch des in der rechten Ecke von Abb. 6 angewendeten Verfahrens bedienen, indem man eine Dreieckseite für zwei oder mehr abzulesende Werte benutzt. Abb. 6 entspricht den Funktionen $x = y - (z + z' + z'')$ und $x = \frac{y}{z\,z'\,z''}$ oder $\lg x = \lg y - \lg z - \lg z' - \lg z''$.

Wird hierbei $\lg x$ negativ, so fällt der letzte (gestrichelte) Teil des Linienzuges aus dem Dreieck heraus, und man erhält für die x-Ablesungen eine doppelte Teilung mit gemeinsamem Nullpunkt in A, wobei rechts von A die positiven und links von A die negativen Werte stehen.

Funktionen wie $x = y\,y' + z$ und $x = y^{y'} z$ oder $\lg x = y' \lg y + \lg z$ lassen sich nach Abb. 7 darstellen, indem man ein Additionsdreieck (ABC) mit einem Multiplikationsdreieck (BE...) verbindet. In diesem Fall ist $\overline{Bb'} = y\,y'$; also $x = y\,y' + z$. In einem einzigen Dreieck läßt sich diese Funktion nur dann darstellen, wenn man teilweise logarithmische Maßstäbe verwendet, also auf den lückenlosen geometrischen Zusammenhang verzichtet. In Abb. 8 sind die an C anschließenden beiden Dreieckseiten nach Logarithmen von y und y' eingeteilt, somit ist $\overline{Cc''} = \lg(y\,y')$, man liest jedoch in c'' nicht $\lg(y\,y')$, sondern $y\,y'$ selbst ab. Den Wert $y\,y'$ sucht man nun auf der Teilung DE auf und findet hierfür z. B. den Punkt d. Dann verbindet man die Punkte c'' und d, um den bildlichen Zusammenhang zu wahren, addiert hierzu nach Abb. 2 den Wert z und erhält in der Strecke Bb' den Endwert x.

Man beachte, daß hierbei die logarithmische Bildung des Produktes von y und y' (Linienzug $C - c - \beta - c' - c''$) mit dem geometrisch dargestellten Wert dieses Produktes (Strecke $\overline{Dd}$) und mit den geometrischen Werten von x und z durch die Grade $c''d$ nur bildlich, nicht geometrisch verbunden ist. Maßgebend ist daher, daß die Zahlen in c'' und d gleich sein müssen.

Der Unterschied des Bildes nach Abb. 9 besteht darin, daß y und y' gemeinsam auf der Dreieckseite BC abgelesen werden und daß infolgedessen die besondere Teilung DE für $y\,y'$ entfallen, vielmehr auf der Dreieckseite AC unmittelbar aufgetragen werden kann. [1543]

Abb. 7. Dreieckschaubild für die Gleichung $x = y\,y' + z$.

Abb. 8. Dreieckschaubild für die Gleichung $x = y\,y' + z$.

Abb. 9. Dreieckschaubild für die Gleichung $x = y\,y' + z$.

[2]) Vgl. Mitt. Nr. 35 der Wärmestelle Düsseldorf: Universalschaubilder für die Beurteilung von Abgas- und Heizgasanalysen. Kc ist der „Brennstoffaktor", für einen bestimmten Brennstoff stets konstant, für reinen Kohlenstoff (Koks) = 0.

Schwerölbetrieb bei Kraftwagen.

Von Dr. techn. A. Heller, Berlin.

Neue Arbeitsverfahren der Allgemeinen Berliner Omnibus-A.-G. und der Deutschen Reichspost.

nfolge der außerordentlichen Steigerung der Preise für Benzin und Benzol, die namentlich in den letzten Monaten im Zusammenhang mit den Vorgängen im Ruhrrevier und dem Wertsturz der deutschen Mark eine ungeahnte Höhe (Moenbenzin 2050 ℳ/kg, Motorenbenzol 1800 ℳ/kg) erreicht haben, d ganz besonders die öffentlichen Kraftwagenbetriebe derart Finanznöte geraten, daß sie vielfach den Betrieb ganz ein-len mußten. Zwar sind Versuche, die gebräuchlichen Fahr-gmaschinen auch mit den im Inland für etwa ein Viertel der gen Preise verfügbaren schweren Brennstoffen, insbesondere dem von Gasanstalten erhältlichen Gasöl zu betreiben, an len Stellen seit Jahren im Gange, wie auch aus gelegentlichen ichten in dieser Zeitschrift[1]) hervorgeht; aber es scheint h, daß man die Aufgabe, eine befriedigend vollständige und er rauch- und geruchfreie Verbrennung solcher Betriebstoffe allen vorkommenden Gangarten der Maschine zu erzielen,

Abb. 1. Maschine der Allg. Berliner Omnibus-A.-G.

den bis jetzt benutzten Mitteln, der verbesserten Zerstäubung Vergaser und der reichlicheren Heizung des Gemisches, werlich lösen wird. Vielmehr dürfte man, wie z. B. bei den eren Petroleummaschinen von Bellem & Brégéras[2]), zum Ein-itzen des Brennstoffes in die Zylinder, also zu einem von dem herigen grundsätzlich verschiedenen Arbeitsverfahren über-en müssen.

Solche Versuche erfordern aber viel Zeit, und inzwischen n unser gesamtes öffentliches Kraftverkehrswesen, das sich len letzten Jahren recht vorteilhaft entwickelt hatte, zum Er-en kommen. Es ist daher begreiflich, daß man versucht, den werölbetrieb bei Kraftwagen wenigstens vorläufig so zu er-lichen, daß man die Maschinen zum Teil mit leichtem Brenn-f, zum Teil mit Schwerölen, arbeiten läßt. Die hierfür bis t vorgeschlagenen und erprobten Arbeitsverfahren beruhen weder darauf, daß man den Leichtbrennstoff sozusagen als lfsbrennstoff dazu verwendet, die im Zylinder verdichteten, mit t vermischten Schweröldämpfe zu entzünden und zu ver-anen, oder darauf, daß man die Maschinen im wesentlichen mit dem leichten Brennstoff anlaufen oder allenfalls leer-en läßt und, wenn die Maschinen genügend angewärmt sind, den Betrieb mit Schweröl umstellt; allerdings ist auch dann geringer Zusatz von Leichtbrennstoff erforderlich.

Nach beiden Arten von Verfahren wird heute von großen rieben schon einige Zeit gearbeitet; mit dem Erfolg wenig-s, daß die Ausgaben für Brennstoffe erheblich vermindert den konnten.

Das Kennzeichen der neueren Verfahren ist hiernach, daß htbrennstoff und Schweröl getrennt voneinander und nicht Mischung verbrannt werden. Man hat allerdings auch die suche mit billigeren Brennstoffmischungen fortgesetzt; entlich hat das Kraftfahrtechnische Institut der Technischen hschule Dresden solche Versuche seit 1921 fortlaufend durch-ihrt und z. B. mit einem Ringschwimmervergaser von Schlee, witz bei Dresden, einem Vergaser mit der bekannten Brems-zerstäubung, mit Mischungen von Benzol und Petroleum im hältnis 3 : 7 an einer schnellaufenden Personenwagenmaschine 8/22 PS der Audi-Werke bei 2016 Uml./min 19,5 PS_e Leistung 354 g/PS_eh Verbrauch sowie an einer 35 PS-Daimler-Last-enmaschine bei 985 Uml./min 31,5 PS_e Leistung und g/PS_eh Verbrauch ermittelt[3]), wodurch anscheinend nachgewiesen wird, daß man beim Betrieb mit solchen Mischungen außer einer unwesentlichen Verringerung der Höchstleistung keinerlei Mängel in den Kauf zu nehmen braucht. In der Praxis hat man aber diese Versuche nicht weiter verfolgt, da sie immer noch verhältnismäßig großen Verbrauch an leichten Brennstoffen bedingen.

Im Betrieb der Allgemeinen Berliner Omnibus-A.-G. laufen heute zahlreiche Kraftomnibusse, die nach einem von W. E. Ernst ausgearbeiteten Verfahren der Firma Rohölzünder Thermokrat, Mannheim, vorwiegend mit gewöhnlichem Lampenpetroleum betrieben werden. Dieses wird durch Herumführen der Brennstoffleitung um das Auspuffrohr der Maschine zunächst angewärmt und dann in dem üblichen Vergaser zerstäubt. Das Gemisch strömt hierauf auf dem Wege nach den Zylindern durch einen mit den Auspuffgasen geheizten Behälter, s. Abb. 1, worin ein kleiner Teil der Gesamtmenge von dem Hauptstrom abgezweigt und stark erhitzt wird, während die Hauptmenge des Gemisches durch die Mittelöffnung des Behälters ungehindert abzieht und sich vor dem Austritt aus dem Behälter mit dem erhitzten Teil des Gemisches vereinigt. Die an den Behälter anschließende Saugleitung der Maschine wird mit dem Kühlwasser warm erhalten, damit sich die Brennstoffdämpfe darin nicht niederschlagen.

Die Entzündung dieser Ladung wird von einer Art Zündkammer aus eingeleitet, die auf jeden Zylinder aufgeschraubt und mit einer elektrischen Zündkerze versehen ist, Abb. 2. In diese Zündkammer wird bei jedem Saughub der Maschine aus einem Hilfsvergaser eine geringe Menge von Leichtbrennstoff und Luft angesaugt. Beim Verdichtungshub schließt sich diese Zündkammer mittels eines plattenförmigen Rückschlagventils gegen ihre Saugleitung selbsttätig ab, und bei der darauffolgenden elektrischen Zündung des Kammerinhaltes schlägt die Zündflamme durch die untere Verengung der Kammer in den Zylinder, dessen Ladung hierdurch verbrennt. Die Verengung der Kammer hat zur Folge, daß die Saugwirkung des Kolbens etwas gedrosselt wird, so daß in der Kammer kein so hoher Unterdruck wie im Zylinder entsteht; man kann dadurch verhindern, daß unnötig viel Leichtbrennstoff in die Kammer angesaugt wird. Die Wärme, die bei der Zündung auf die Kammerwände übergeht, wird durch Kühlrippen abgeleitet, so daß die Kammer im Dauerbetrieb nicht zu heiß wird.

Die bisherigen Betriebserfahrungen mit den so ausgerüsteten Kraftomnibussen sind, namentlich was die Betriebsicherheit der Maschinen und die Verminderung der Brennstoffkosten gegenüber dem reinen Leichtbrennstoffbetrieb anbelangt, sehr aussichtsvoll; obgleich die Versuche bei ungünstigem Wetter durchgeführt worden sind, sind bereits über 100 000 km im Omnibusbetrieb zurückgelegt worden. Wichtig ist hierbei, daß die Kühlwassertemperatur stets hoch erhalten wird und die Maschine gleichmäßig warm bleibt. Man erreicht dies, indem man den Kühlwasserumlauf mittels eines vom Führersitz einstellbaren Hahnes oder selbsttätig mittels eines thermostatischen Temperaturreglers drosselt.

Eine im fahrplanmäßigen Verkehr merkbare Einbuße an Leistung der Maschine hat man nicht beobachtet; dagegen neigen die Maschinen bei Verwendung von Petroleum namentlich in den mit höherer Zylinderfüllung verbundenen Belastungen zu starkem Klopfen. Beim Anfahren und Schalten stoßen sie eine im allgemeinen sehr kleine Rauchwolke mit den Auspuffgasen aus. Diese Neigung zum Rauchen ändert sich mit dem mechanischen Zustand der Motoren und der Zusammensetzung der Brennstoffe in weiteren Grenzen. Es ist jedoch bei allen bis zu rd. 330° C übergehenden Brennstoffen immer gelungen, unmittelbar nach Beendigung des Schaltens völlig rauchfreie Abgase zu erzielen. Dem entspricht auch, daß die Veränderung des Öles im Kurbelgehäuse nicht anders ist, als beim Betrieb mit Benzin. Die gegenwärtigen Bemühungen erstrecken sich insbesondere darauf, das Rauchen beim Anfahren und Schalten zu beseitigen. Wichtig ist, daß man die Zünderköpfe nach hinreichender Erwärmung ohne weiteres mit demselben Schwerölgemisch laden kann, wie die Zylinder selbst, so daß dann, d. h. bei durchgehendem Fahrbetrieb und seltenem Schalten, ohne jeden Zusatz von Leichtbrennstoff gefahren werden kann.

Auch die Verwaltung der Reichspost, die bekanntlich auf Überlandstrecken und im Dienst ihrer Bauabteilungen eine große Anzahl von Kraftomnibussen, Kleinkraftfahrzeugen,

Abb. 2. Thermokrat-Zünder.

[1]) Z. 1921 S. 155, 1026; 1922 S. 387, 1144; 1923 S. 42. [2]) Z. 1919 S. 778.
[3]) „Der Motorwagen" 1922 Heft 23.

Abb. 3 und 4. Doppelvergaser, Bauart Schidlowsky.

und Lastkraftwagen im Betrieb hat, befaßt sich in neuerer Zeit mit gutem Erfolg damit, ihre Ausgaben für Brennstoffe durch Verwendung von Schweröl zu vermindern. Sie hat vor einigen Jahren auf einem ehemaligen Fabrikgrundstück in Berlin-Borsigwalde eine ausgedehnte, durchaus kaufmännisch geordnete Anlage errichtet, die neben den laufenden Ausbesserungen der Kraftwagen auch den Bau vollständiger Kastenaufbauten, Omnibusaufbauten und Anhänger betreibt und hierin den gesamten Bedarf der Überlandstrecken Nord- und Mitteldeutschlands an Neubauten decken kann. Für den Betrieb ihrer Kraftwagen mit Schweröl benutzt die Reichspost einen vom Schiele-Bruchsaler-Industriekonzern, Baden-Baden, herrührenden Doppelvergaser, Bauart Schidlowsky, Abb. 3 und 4, mit zwei getrennten Schwimmern *a* und *b* für Leichtbrennstoff

lage beim Drosseln der Maschine selbsttätig auf den Betrieb m Leichtbrennstoff umstellt und der Hebel zum Verstellen des Rol schiebers *e* nur beim Inbetriebsetzen nach längerem Stillsta oder längerem Leerlauf betätigt zu werden braucht.

Beim Einbau dieses Vergasers in vorhandene Fahrzeu Abb. 5 und 6, erfordert namentlich das verhältnismäßig gro Gewicht des aus Bronze gegossenen Heizkörpers Beachtung. U Brüche an den Zylindern zu vermeiden, muß man diese geg Beanspruchungen durch das Gewicht der Vergaser schützen, dem man die Vergaser auf besondere Träger setzt oder die A puffkrümmer aus Stahlrohren schweißt. Damit ferner möglic wenig von der Heizwärme verloren geht, legt man die Verga vorzugsweise auf die Auspuffseite der Maschinen, steh oder hängend angeordnet, umhüllt alle Leitungen mit i lierender Asbestschnur und schützt gelegentlich auch Schwimmer gegen den Fahrwind. Bei der Führung Leitungen sollen ferner scharfe Krümmungen, an denen sich Brennstoffdämpfe niederschlagen können, vermieden werd Umständlich ist es allerdings auch, den Vergaser an die za reichen Motorbauarten anzupassen, die in den Betrieben Reichspost vorhanden sind. Es ist aber doch schon möglich wesen, etwa 200 Kraftwagen mit solchen Einrichtungen auszurüs

Nach den bisherigen Erfahrungen ermöglicht dieser Dop vergaser, auch bei Temperaturen unter 0° bis zu — 14° C Betrieb von Motoromnibussen bei stetiger unmittelbarer Betri bereitschaft, also Fortfall der Anwärmezeit derart durchzufüh daß sie nur etwa ein Viertel der bisherigen Menge an Lei brennstoff verbrauchen. So haben Probefahrten mit ei 40 PS-Motoromnibus der Voigtländischen Maschinenfabrik einer Strecke von 100 km einen Verbrauch von 6,45 kg Rei kraftstoff und 21,7 kg Gasöl, also ein Verhältnis von Leichtbr stoff zu Schweröl = 1 : 3,5 ergeben, woraus man große Erg nisse an Betriebskosten berechnen kann. Durch Versuche zahlreiche Fahrten auf normalen Omnibuslinien ist ferner nach wiesen worden, daß die Leistung der Maschinen trotz der ho Erwärmung des Gemisches nicht zu stark abnimmt, so daß S

Abb. 5. Vergasereinbau bei einer Maschine der Adler-Werke.

Abb. 6. Vergasereinbau bei einer Maschine der Daag.

und Gasöl sowie getrennten Bremsluftdüsen *c* und *d* mit eigenen Ansaugdüsen für die Mischluft. Je nach der Einstellung des zwischen den Düsen angeordneten Rohrschiebers *e* saugt dann die bei *f* angeschlossene Maschine entweder nur leichtes Brennstoffgemisch oder ein Gemisch von zerstäubtem Gasöl und Luft mit einem geringen Zusatz von leichtem Brennstoffgemisch aus den Vergasern in den gemeinsamen Kanal *g* ab. Dieses Gemisch wird dann in Schraubenwindungen um den Rippenheizkörper *h* herumgeführt, durch welchen die Auspuffgase der Maschine strömen und der daher dauernd von innen her geheizt wird, so daß das Gasöl gut verdampft in die Ansaugleitung der Maschine gelangt. An der üblichen Drosselklappe *i* mündet die Leerlaufdüse *k*, die ständig mit Leichtbrennstoff gespeist wird, so daß sich die An-

gungen wie bisher befahren werden können. Den Verbrauc Leichtbrennstoff, der in einem kleinen Hilfsbehälter mit rd Inhalt mitgeführt wird, kann man bei längeren Fahrten mit gl förmiger Belastung noch wesentlich verringern, wenn ma betreffende Düse des Doppelvergasers mit Hilfe des Rohrs bers zwischen den Düsen absperrt, die Benzinleitung mittel d Hahnes überhaupt abschließt und nur mit Gasöl arbeitet, vo gesetzt, daß man nicht vergißt, den Hahn vor dem Anh wieder rechtzeitig zu öffnen. Solche Fahrten ohne Zusatz Leichtbrennstoff sind aber nur in ganz besonderen Fällen lich. Besonders geschickte Fahrer haben indessen den no digen Zusatz von Leichtbrennstoff bereits auf ⅙ des Gesam brauches herabgedrückt. [16]

Eine große Fördermaschine.

Die englische Zeitschrift „The Engineer" vom 2. Februar 1923 berichtet über die Aufstellung von zwei neuen Fördermaschinen in den Goldbergwerken von Randfontein in Afrika, die von Fullerton, Hodgart & Barclay, Ltd., Paisley, geliefert worden sind und die Leistungsfähigkeit des Bergwerkes von 100 000 t im Monat auf 140 000 t steigern. Die Förderschächte haben eine senkrechte Tiefe von ungefähr 1500 m, die Förderlast beträgt 4½ t. Jeder Förderkorb wiegt 3,4 t und das Seil, wenn völlig aufgewickelt, 12,4 t, so daß beim Beginn des Förderzuges eine Gesamtlast von 20 t auf die Fördertrommel wirkt. Außerdem muß im Augenblick des Anfahrens das Gewicht des auf die andern Fördertrommeln aufgewickelten Seiles von etwa 12 t ebenfalls beschleunigt werden. Die Fördergeschwindigkeit ist auf 1220 m/min und die Zeit für die Beschleunigung aus dem Ruhezustand bis auf volle Geschwin-

digkeit auf 15 s bemessen worden. Die Gesamtfahrzeit für einen derzug beträgt 87,5 s. Auf Grund von Daueruntersuchungen ist f stellt worden, daß 40 Fahrten in einer Stunde erreicht werden.

Zum Antrieb der einzelnen Fördermaschine dienen zwei strommotoren der General Electric Co. von je 2500 PS bei 106 Umm Zusammen vermögen die Motoren eine Überlastung von 8600 ertragen. Sie sind unmittelbar mit den Seiltrommeln gekuppelt 3,6 m Dmr. bei 7,3 m Länge haben. Auf den Trommeln ist das Se rd. 44 mm Dmr. in 3¼ Lagen aufgewickelt. Die Welle hat 457 mm und wird von drei Lagern gestützt, die 431 mm Bohrung bei 5 Länge haben und durch eine Pumpe mit Öl versorgt werden.

Die Bremsen werden von zwei Druckluftmaschinen betätigt. aus einem eigenen Kraftwerk der Gesellschaft bezogene Dre wird in zwei Zweimotoren-Umformern von je 5000 PS umgewan

[M 349]

Der Ausbau der Mittleren Isar.

Von E. Mattern in Potsdam.

(Schluß von S. 214.)

Abb. 10. Sohle und Böschung betoniert, Sohlengefälle $i = 0{,}12$ vT.

Abb. 11. Sohle und Böschung betoniert, Sohlengefälle $i = 0{,}12$ vT.

Abb. 10 und 11. Querschnitte vom Wehr bei Oberföhring bis Kraftwerk 1. $Q = 150$ m³/s.

Abb. 12. Erdprofil, Einschnitt in Kies, Schiffahrtstrecke, Sohlengefälle $i = 0{,}21$ vT

Abb. 13. Gemischtes Profil mit und ohne Sohlendichtung, Schiffahrtstrecke, Sohlengefälle $i = 0{,}17$ vT.

Abb. 12 und 13. Querschnitte vom Kraftwerk 2 bis Kraftwerk 3. $Q = 125$ m³/s.

Abb. 14. Querschnitt vom Kraftwerk 3 bis Uppenbornwerk, $Q = 132$ m³/s. Gemischtes Profil mit und ohne Sohlendichtung, Schiffahrtstrecke. Sohlengefälle $i = 0{,}143$ vT.

Abb. 10 bis 14. Regelquerschnitte des Werkkanals.

Der Kanal.

Der Kanal, Abb. 1 und 2, läuft vom Isarwehr ab zunächst ...schen dem Fluß und dem angrenzenden Hochufer, durch- ...rt dann die Südspitze des Erdinger Mooses in westöstlicher ...htung auf etwa 12 km und zieht sich nach Norden auf einem ...ghange hin, bis er das Sempttal erreicht, das er nach ...gen Kilometern nördlich Wartenberg zum zweiten Male ...rschreitet, um sich dann an das Uppenborn-Werk an- ...chließen.

Die erste Kraftstufe liegt am Ende der Moosdurchquerung, ... hier ist der Kanal zum Teil erheblich im Auftrag. Das ...ände verläuft mit einzelnen Erhebungen bis zum Kraft- ...k Aufkirchen hin, wo ein stark abfallender Hang die An- ...e einer zweiten großen Stufe von 25 m ermöglicht. Ein ...terer ausgesprochener Geländeabfall führte zum Einbau ... Kraftstufe Eitting, und die letzte Terrasse liegt dort, wo das ...ftwerk Pfrombach mit 21,1 m Gefäll errichtet wird.

Unterhalb des Kraftwerkes Eitting ist ein 5,5 km langer ...lastungskanal angeordnet, der unmittelbar zur Isar führt. ...soll für die erste Zeit als Unterwasserkanal der drei oberen ...rke dienen, da die untere Kanalstrecke und Kraftwerk IV ... später ausgebaut werden sollen, und erhält ein Ab- ...ungsvermögen von 125 m³/s. Er dient gleichzeitig als Vor- ...er für den unter dem Werkkanal durchzuführenden Sempt- ...düker, welcher die von Süden kommenden an dieser Stelle ... zu 180 m³/s anschwellenden Sempthochwässer nach Nor- ... zur Isar ableiten soll; auch ermöglicht er die Trocken- ...ung der unteren Strecke für Ausbesserungen. Eine große ...l Brücken, Durchlässe und Düker queren den Kanal, der ...erhalb des Kraftwerkes IV über die Sempt geführt wird.

Der Kanal erhält verschiedenartige Querschnitte, je nach- ...n er im Einschnitt oder Auftrag liegt und als reiner Kraft- ...al oder zugleich für die Schiffahrt dienen soll. Die Quer- ...nitte, Böschungsverhältnisse, Befestigung, Wassertiefen, ...hlengefälle und sonstigen Abmessungen sind aus den Abb. 10 ... 14 ersichtlich. Die erste Strecke bis Krafthaus I ist ledig- ... Kraftwasserkanal, die weiteren sollen zugleich der Schiff- ...art dienen. Der Kanal ist auf seiner ersten Strecke bis zum ...ftwerk Finsing für 150 m³/s Wasserführung, weiterhin für ... m³/s, und im unteren Teil, nachdem einige Seitenflüsse ...zugekommen sind, für 132 m³/s bemessen. Abb. 15 zeigt ... Bild der Bauausführung der obersten Strecke, Abb. 16 ... der fertigen Brücken über den Kanal.

Die große Wassertiefe in der ersten Kanalstrecke bis 7 m ...s durch enge örtliche Verhältnisse begründet. Man wollte ... Wasserspiegelbreite knapp halten. Bis zum Kraftwerk ...ing ist eine größte Wassergeschwindigkeit bis 1,5 m/s zu- ...ssen. Auf den Schiffahrtstrecken soll diese bis 1,2 m be- ...gen, die allerdings nach den vorliegenden Erfahrungen als ...hoch erscheint. Die Sohlengefälle, 0,06 bis 0,21 vT, sind mit ...ug auf die kleinste Winterwassermenge für $v = 0{,}9$ m/s ...gelegt. Für Vollbetrieb berechnen sich die Wasserspiegel- ...älle zu 0,06 bis 0,19 vT. In den Schiffahrtstrecken wird ... Sohle nicht betoniert, bezw. eine 1,0 m starke Kieslage ...über eingebracht, damit das Ankerwerfen möglich bleibt. ... Dämme werden vorwiegend aus den Kiesmassen des ...analaushubes geschüttet.

Abb. 15. Betonieren der Böschungen in der fertigen Kanalstrecke.

Abb. 16. Fertige Eisenbetonbrücke über den Kanal bei Unterföhring.

ebenfalls für später vorbehalten. Es ist einsc[illegible] figer Betrieb mit 675-t-Kähnen in Aussicht [illegible] nommen. Die Halbmesser des Kanals wer[illegible] darum möglichst groß, nur ausnahmsweise 500 m angelegt. Durch den Ausbau des Werkkan[illegible] für Schiffahrtzwecke hat sich die Mittlere Is[illegible] Unternehmung zu beträchtlichen Mehrkosten e[illegible] schlossen, obwohl sich nicht beurteilen läßt, ob in [illegible] sehbarer Zeit Schiffe bis München gelangen werde[illegible]

Auf die baulichen Einzelheiten des Speich[illegible] und Ausgleichwehres und des Abfanggrabens, [illegible] erst später angelegt werden, soll hier nicht e[illegible] gegangen werden.

Die Kraftwerke.

Die Ausbildung der Krafthäuser und [illegible] Wasserzuführung in Druckleitungen bei neue[illegible] bayerischen Unternehmungen bietet manche Eig[illegible] art, und es scheint darum nicht unangebra[illegible] einige allgemeine Bemerkungen der Beschreib[illegible] entsprechender Anlagen beim Ausbau der M[illegible] leren Isar voranzuschicken.

Druckleitungen und Wasse[illegible] schlösser. Nach den oft langen Wasser[illegible] führungen vollzieht sich der Übergang vom Ka[illegible] oder Wasserschloß zum Kraftwerk durch verhä[illegible] nismäßig kurze Druckleitungen. Die Wass[illegible] schlösser sind mit reichlichen Einrichtungen [illegible] Entlastung und Ablagerung von Unreinigkei[illegible] versehen, und man hat mitunter den Eindruck, [illegible] mehr Einfachheit eine bessere Lösung gewe[illegible] wäre. Die Gewalt des überschüssigen, bei den [illegible] nicht unbeträchtlichen Gefällhöhen abströmen[illegible] Wassers ist bedeutend. Nicht nur, daß die[illegible] Wasser der Nutzkraft verloren geht, es verursa[illegible] überdies noch Zerstörungen. Man hat in versch[illegible] dener Weise versucht, Abhilfe zu finden: du[illegible] Führung des Wassers über Wassertreppen, [illegible] sich lang hinziehen und so den Angriff vertei[illegible] (Aufkirchen, Eitting), durch Rohrleitungen, die[illegible] Wasserpolster münden (Alzwerke) u. a. m. [illegible] man die Energie vernichten. In Gersthofen e[illegible] lastet man durch die nicht in Betrieb genomme[illegible] Schiffschleuse. Beim Meitinger Werk hat man du[illegible] Querwände aus Eisenbeton, die über dem Üb[illegible] lauf von 13 m Höhe eingebaut s[illegible] und rechen- und grundwehra[illegible] wirken, den Sturz der Wellen [illegible] mindert. Es liegt hier eine äl[illegible] liche Frage vor wie bei den Üb[illegible] läufen der Talsperren, wo [illegible] zweckmäßigste Anordnung [illegible] Sturzbetten bei den neueren s[illegible] großen Wasseraufspeicherun[illegible] auch noch der Lösung harrt. [illegible] scheint, man sollte die Ursache [illegible] fassen. Am Einlauf zum Betri[illegible] kanal muß man den Zulauf reg[illegible] Durch Wasserausgleich oberh[illegible] muß die richtige Betriebswass[illegible] menge gefun[illegible] oder, wo dies ni[illegible] durchführbar [illegible] über das W[illegible] entlastet werd[illegible] In den Kanal so[illegible] tunlichst nicht m[illegible] Wasser gelang[illegible] als das Kraftw[illegible] verarbeiten k[illegible] Dann bliebe [illegible] Wasserschloß [illegible] noch der Üb[illegible] schuß abzufüh[illegible] der sich bei pl[illegible] lichen Störun[illegible] und Absperrun[illegible] im Krafthaus [illegible] staut.

Die Rohre s[illegible] meist genietet und bisweilen in Erde gebettet (Margaret[illegible] werk); kurze Stollenleitungen sind z. T. in Eisenbeton h[illegible] gestellt, in welcher Bauweise auch sonstige Bauten, [illegible] Wasserschlösser, bisweilen errichtet sind. Einen bemerke[illegible] werten Bau dieser Art in Eisenbeton weist das Leitzachw[illegible]

Abb. 17 bis 19.
Kraftwerk Aufkirchen. 1 : 800.

a Ölraum *b* Werkstätte *c* Kabelverteilraum *d* Betätigungsraum
e Reserveräume *f* Kabelkanal *g* Schalthaus.

Die Schiffahrt soll späterhin von der Isar her bis zum Kraftwerk Finsing gebracht werden. Ein bei Ismaning für später geplanter Hafen soll vom Unterwasser dieser Kraftstufe durch einen besonderen Kanal zugänglich gemacht werden. Andere Zweigkanäle nach Landshut und die Umgehungskanäle der unteren Staustufen mit Schleusen sind

[4]) Die Wasserkraftwirtschaft in Bayern. 1921 S. 35.

Schnitt C-D

auf, das im übrigen auch gekennzeichnet ist durch eine Dükerüberführung des Druckwassers vom Seehamer See nach der Berghöhe am Mangfalltal (s. Abb. 1 und 2 in Z. 1921 S. 792). Die Wasserschwankungen sind hier bedeutend — etwa 16,5 m —, und das Bauwerk steht frei. Es ist auf eisernen gerammten Pfählen in der Schotterüberlagerung des Berges gegründet und als kreisrunder turmartiger Bau mit vielen Eiseneinlagen zur Aufnahme der Ringspannungen bewehrt. Gegenüber den Druckschwankungen in den Zuleitungen müssen durch Schieber und Entlastungsanlagen Sicherungen getroffen werden. Ihr Antrieb ist neuerdings fast immer elektrisch.

Mehr als Entwurf und Bauausführung ist der spätere Betrieb hier geeignet, mancherlei Fingerzeige für die weitere Ausbildung zu geben, und ein Studium dieser bemerkenswerten Anlagen sollte daher eine zukünftige Aufgabe der Ingenieure sein.

Die Einrichtung der Kraftwerke. Die Art des Ausbaues hängt von dem Zweck der Kraftausnutzung ab, sie muß bei Überlandwerken anders sein als bei solchen, die elektrometallurgischen oder elektrochemischen Betrieben dienen. Bei jenen ist Fernübertragung einzurichten, die bei den letzteren fortfällt, da die chemische Industrie, z. B. Aluminiumherstellung, Gleichstrom erfordert und sich am Gewinnungsort der Kraft ansiedeln muß. Aber es kommt hinzu, daß Überlandwerke mit Spitzenleistungen arbeiten, während chemische Werke einen annähernd gleichmäßigen Bedarf haben. Jene müssen sich also dem wechselnden Wasserzufluß und dem im Tages- und Jahreslauf stark schwankenden Kraftbedarf anpassen. Das ergibt eine Verschiedenartigkeit des Grundrisses der Kraftgebäude. Die Fernübertragung bedingt bei großen Werken, daß die Transformatoren und Schaltvorrichtungen für die Hochspannungen in besonderen Gebäuden untergebracht werden. Bei elektrochemischen Werken sind diese Anlagen einfacher und können im Krafthause selbst Platz finden. Einige elektrochemische Werke beziehen auch den Betriebstrom als Drehstrom hoher Spannung und wandeln ihn durch Umformer in Gleichstrom um. Der Strom wird hierbei aber um die Übertragungs- und Umformungskosten und -verluste verteuert. Man ersieht hieraus, daß ein Kraftwerk seiner Zweckbestimmung gemäß und wirtschaftlich endgültig erst dann ausgebaut werden kann, wenn man die Art der Kraftverwertung kennt; dann erst sind die Grundlagen bau- und betriebstechnisch klargestellt. Auf die Kostenfrage ist hiernach die Art der Kraftverwendung nicht ohne Einfluß und unter diesem Gesichtspunkt muß man den Ausbau der bayerischen Kraftanlagen betrachten, die beiden erörterten Zwecken dienen.

Auf den Ausbau ist auch von Bedeutung das Verhältnis der normalen zur Spitzenleistung des Werkes, weil davon der Platzbedarf für die Maschinen abhängt. In dieser Beziehung ist die nachfolgende Zahlentafel bemerkenswert.

Die Lage der Kraftwerke ist im allgemeinen so gewählt, daß sie nahe am Vorfluter liegen, die Unterkanäle also kurz sind. Über den Grundriß der Gebäude, die Rohrzuführung, die Maschinen, die Einrichtungen im Innern u. a. m. wird bei den Einzelanlagen gesprochen. Die Architektur hat überall eine rücksichtsvolle Beachtung gefunden, und man hat sich nicht gescheut, erhebliche Geldmittel auf das Äußere der Gebäude aufzuwenden. Entsprechendes gilt von der architektonischen Ausgestaltung der Wasserschlösser, Wehre und sonstigen Wasserbecken, die eine besondere Stellung einnehmen und Anlaß zur Ausschmückung geben können.

	Normale Leistung PS	Höchstleistung PS	Verhältnis[1])	Bemerkungen
Walchenseewerk .	25 000 bis 30 000	120 000	1:4 bis 1:5	Überlandstrom und Eisenbahnbetrieb. Spitzenwerke mit Ausgleichbecken.
Leitzachwerk . .	7 000	24 500	1:3,5	
Alzwerke . . .	28 000	35 000 bis 40 000	1:1,5	Elektrochemischer Betrieb. Die verschiedene Leistung entspricht der wechselnden Wasserführung ohne Ausgleichbecken.
Margarethenberg.	24 000	36 000	1:1,5	
Innwerke . . .	75 000	93 000	1:1,25	
Mittlere Isar . .	82 200	105 000	1:1,3	Überlandversorgung mit Ausgleichbecken und Kraftausgleich der vier Werke.
Meitingen . . .	6 500	16 000	1:2,5	Je nach Wasserführung, ohne Ausgleichbecken Überlandversorgung und elektrochemischer Betrieb.

[1]) Wir erkennen das stärkere Verhältnis der Überlandwerke.

Bauweise: Den Anregungen, den Unterbau der Kraftwerke mit größter Baustoffersparnis rein nach den Gesetzen einer peinlichen Theorie in feingegliedertem Eisenbeton, ebenso die Turbinenkanäle und anderen Bauteile auszuführen, hat man in Bayern bisher nur sehr vereinzelt stattgegeben. Man hat aus Erfahrungen erkannt, daß ein zu dünnwandiger Bau den Beanspruchungen und Erschütterungen, die durch die Umdrehungen der schweren Turbinen und Dynamos hervorgerufen werden, nicht genügend große Massen entgegenstellt. Auch haben sich derartige Ausführungen mit einem bedeutenden Gehalt an Eiseneinlagen nicht billiger als Massivbauten erwiesen. Aus diesem Grunde hat man auch davon Abstand genommen, bei den Bauten der Mittleren Isar die Spiralgehäuse und Zuleitungen zu den Turbinen in Eisenbeton herzustellen, vielmehr aus Gründen der Sicherheit und Dichtigkeit Eisenblech für den Innendruck von 20 bis 30 m W.-S verwandt und die Unterbauten massig gestaltet und dort mehr Beton hineingelegt, als nach der statistischen Berechnung nötig gewesen wäre. Man hofft, so einen ruhigen Lauf der schweren Maschinen zu sichern.

Abb. 20. Baugrube für das Krafthaus bei Aufkirchen.

Die Kraftwerke der Mittleren Isar. Den ersten Absatz wird diese Großkraft im Rahmen der Überlandversorgung des Bayernwerkes finden, worüber Näheres auf S. 77 mitgeteilt worden ist. Dementsprechend sollen vorerst das Kraftwerk Finsing vollständig und die Werke Aufkirchen und Eitting mit je zwei Maschinensätzen (Drehstrom) für diesen Zweck ausgebaut werden. In Aufkirchen und Eitting sind außerdem je 2 Maschinensätze für Bahnstromerzeugung vorgesehen, von welchen in Eitting zunächst nur einer zur Aufstellung gelangt. Einer späteren Entwicklung ist die Erweiterung dieser Anlage für Bahnstromerzeugung und die Einrichtung des Kraftwerkes Pfrombach vorbehalten, um den Stromabsatz dem zum Teil erst kommenden Bedarf anpassen zu können.

Kraftwerk Aufkirchen, Abb. 17 bis 20. Die Kraftwerke sind grundsätzlich im allgemeinen nach dem gleichen Gedanken aufgebaut, soweit nicht, wie bei dem obersten Werke Finsing, örtliche Verhältnisse und die Zuleitung des Wassers aus dem Werkkanal, dem Speicherweiher, Abfanggraben und den Fischteichen einige Besonderheiten bedingten.

Vom Wasserschloß wird das Betriebswasser in vier Druckrohren von 5 m Dmr. und 25 m Länge den Turbinen zugeleitet. Die Rohre sind aus einzelnen Blechen von 15 mm mittlerer Dicke genietet und auf 18 m freitragend angeordnet, wodurch statisch klare Verhältnisse geschaffen werden. Die größte Beanspruchung bei den rechnerisch eintretenden Drucksteigerungen bis 10 m beträgt nicht mehr als 600 kg/cm².

Die Turbinen sind Francis-Spiralturbinen von 42 m³/s Aufnahmefähigkeit mit senkrechter Achse, die sich nach Kosten und Leistung vorteilhafter als solche mit wagerechter Achse erwiesen. Es sind deren vier von je 13 000 PS Leistung bei 167 Uml./min vorgesehen. Selbsttätige Öldruckregler regeln die Geschwindigkeit. Auf der gleichen Achse sind die Stromerzeuger angeordnet, die auf einem starken Gewölbe gelagert sind. Es sind so Turbinen- und Dynamoraum getrennt. Die Übersichtlichkeit ist dadurch gewahrt, daß die Zwischendecke fortgelassen ist. Die Turbinenregler und auch die besonderen Erregeraggregate sind auf den Turbinenflur gestellt. Die Maschinenspannung beträgt 6300 V.

Nach dem Unterwasser fällt ein gerades, senkrechtes Saugrohr ab, das sich in dieser Anordnung nach Versuchen als besonders vorteilhaft erwiesen hat. Der Kabelkanal befindet sich in einem kleinen Anbau. Das Maschinenhaus hat 83 m Länge, 18 m Breite und 21 m Höhe über Maschinenboden erhalten. Neben dem Maschinenhaus ist ein Leerlauf angeordnet. Die Architektur des Gebäudes ist durch einen Wettbewerb gewonnen.

Neben dem Maschinenhaus wird das Schalthaus errichtet, Abb. 17. Abb. 20 gibt ein Bild der Bauausführung dieses Kraftwerkes.

Die Bauausführung. Mit dem Bau wurde im Frühjahr 1919 begonnen. 1921 war der Kanalaushub bis unterhalb Eitting voll im Gange und ebenso die Betonierung der Kanalwandungen. Das Wehr bei Oberföhring mit seiner Druckluftgründung ist auf ²/₃ seiner Länge, der Kanaleinlauf, die Krafthäuser Finsing und Aufkirchen sowie die Brücken und Durchlässe bis Eitting sind der Vollendung nahe und Kraftwerk Eitting ist im Bau. Es sind zeitweilig bis 4300 Arbeiter auf den verschiedenen Baustellen beschäftigt. Tiefe Einschnitte in das Gelände mit bedeutenden Erdbewegungen für den Kanal und die Kraftwerke sind das Kennzeichnende dieser Bauausführung. Die Baumaschinen werden zum großen Teil elektrisch betrieben. Die Betriebskraft liefert das für diesen Zweck eigens ausgebaute Kraftwerk Eisbach an der Isar von 700 PS Nutzleistung, dessen Strom mit 20 000 V die ganze Baustrecke entlang geleitet wird.

Man rechnet für das Jahr 1924 mit dem Beginn von Stromabgabe an das Bayernwerk.

Betrieb und Wirtschaftliches.

Betrieb. Die vier Kraftwerke der Mittleren Isar verarbeiten die gleiche Wassermenge; sie sind also im Betriebe voneinander abhängig. Deshalb muß verhütet werden, daß eine der Kanalhaltungen zu stark abgemahlen wird oder gar leerläuft; auch darf nicht unnütz Wasser durch den Überlauf abfließen. Längs des Kanals werden in entsprechenden Abständen Pegel angeordnet, und von hier aus durch Fernübertragung im Kraftwerk Finsing fortlaufend die Wasserstände an all diesen Stellen selbsttätig angezeigt. Dadurch und durch sonstige Einrichtungen wird die Verteilung der Leistung auf die einzelnen Kraftwerke und damit die geeignetste Regelung des Wasserhaushaltes im ganzen und in den verschiedenen Kanalhaltungen zwischen den Kraftwerken von Finsing aus in einheitlicher Weise geleitet werden. Die Maschinenspannung von 6300 V wird in den Schalthäusern der vier Kraftwerke auf 63 000 V heraufgesetzt und der Strom einem gemeinsamen Sammelschienensatz zugeleitet. Die einzelnen Kraftwerke sind durch eine Doppelfreileitung für 63 000 V verbunden. Außerdem dient eine 20 000 V-Leitung zwischen den Werken der Stromversorgung der Schleusen und Wehre am Kanal sowie der Ortschaften und dem Eigenbedarf der Werke. Die Jahreserzeugung wird im ersten Ausbau etwa 350 Mill. kWh betragen.

Die Kosten. Die Ausbaukosten wurden auf der Preisgrundlage vom Dezember 1918 zu 115 Mill. ℳ berechnet. Inzwischen haben sich die Kosten wesentlich erhöht und wurden im Frühjahr 1921 für den ersten Ausbau auf 500 Mill. ℳ geschätzt. Bei der fortschreitenden Geldentwertung wird sich dieser Betrag aber wesentlich erhöhen.

Form der Unternehmung. Das Unternehmen wurde anfänglich (1918) als G. m. b. H. von bayerischen und deutschen Banken gegründet, später gingen die Pläne in den Besitz des bayerischen Staates über (1919), der den Ausbau zur Bekämpfung der Arbeitslosigkeit in Angriff nahm. Schließlich wurde im Januar 1921 die „Mittlere Isar A.-G." unter ausschließlicher Beteiligung des bayerischen Staates ins Leben gerufen, die den Bau weiterführt und den Betrieb leiten soll. Im Hinblick auf die umfangreichen, besonderen Einrichtungen der Kraftwerke für Bahnstromerzeugung ist auch eine Beteiligung der Reichsbahnverwaltung zu erwarten.

Das Grundkapital betrug bei Gründung der A.-G. 75 Mill. Mark und wurde im April 1922 auf 200 Mill. Mark erhöht. Eine weitere Erhöhung wird bald erfolgen. Zur Geldbeschaffung wurde im Frühjahr 1921 eine mit 4½ vH verzinsliche Anleihe ausgegeben, s. Z. 1921 S. 208. Die Ausgabe weiterer Schuldverschreibungen steht unmittelbar bevor. [A 1112]

Abweichungen vom Ohmschen Gesetz bei hohen Stromdichten.

Nach der Elektronentheorie der elektrischen Leitung in Metallen sind bei hohen Stromdichten Abweichungen vom Ohmschen Gesetz zu erwarten. Nach J. J. Thomson soll die Stromstärke bei der Größenordnung 10^9 A/cm² mit dem Quadrat der Spannung ansteigen und der Widerstand schließlich unendlich groß werden. Diese theoretischen Folgerungen sind sehr schwer durch Versuche nachzuprüfen, da infolge der Wärmewirkung bei hohen Stromdichten Widerstandänderungen eintreten, die die nach der Elektronentheorie zu erwartenden Änderungen überdecken.

Diese Schwierigkeiten hat P. W. Bridgeman durch eine neue Versuchsanordnung überwunden. Der zu untersuchende Leiter wird dabei in einen Zweig einer Wheatstoneschen Brücke eingeschaltet und gleichzeitig von einem starken Gleichstrom und einem darüber gelagerten schwachen Wechselstrom akustischer Frequenz durchflossen. Der Widerstand des Leiters gegen Gleichstrom wird mit einem gewöhnlichen Galvanometer, der Widerstand gegen den Wechselstrom gleichzeitig mit einem Telephon gemessen. Bei Abweichung vom Ohmschen Gesetz müssen beide Messungen verschiedene Ergebnisse haben, und aus dem Unterschiede kann die Abweichung berechnet werden.

Zu den Messungen benutzte Bridgeman äußerst dünne und sehr schmale Gold- und Silberblättchen, in denen er Stromdichten bis zu 5×10^6 A/cm² erreichte. Bei sehr hohen Stromdichten wurde der Widerstand größer; die Abweichung vom Ohmschen Gesetz ist aber positiv; sie betrug bei der erreichten Stromdichte allerdings nur 1 vH und darüber. (Zeitschrift für Instrumentenkunde, November 1922) [M 352]

RUNDSCHAU.

Metallverarbeitung.

Das Pressen von Nichteisen-Metallen.

Das Warmpressen von Nichteisen-Metallen ist Ende vorigen Jahrhunderts zuerst in Deutschland eingeführt worden. Erst später hat man auch in England die Herstellung aufgenommen. In Amerika ist das Verfahren zu Beginn des Krieges eingerichtet und dann allerdings in großem Umfang entwickelt worden.

Heute stellt man durch Warmpressen Teile für elektrische Maschinen und Geräte, wie Kabelschuhe und Kontaktschuhe, für die Oberleitungen von Straßenbahnen, wie Klemmösen und Stromabnehmerrollen, ferner Schienenverbinder für elektrische Bahnen und Ausrüstungsteile für Hochspannungsleitungen her. Umfangreich ist die Benutzung auch bei der Ausrüstung von Gas- und Wasserleitungen, und schließlich hat man neuerdings Lagerschalen und sonstige Teile für den Lokomotivbau ebenfalls durch Warmpressen hergestellt.

Fördernd für die Verwendung von Preßteilen ist die Normung geworden, wesentlich für die wirtschaftliche Herstellung ist die Massenerzeugung von gepreßten Gegenständen.

In einem Vortrag, den Reg.-Baumeister a. D. Dr.-Ing. A. Peter im Sommer vorigen Jahres auf der Hauptversammlung der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde gehalten hat[1]), wird betont, daß man im allgemeinen die Vorteile des Preßmetalles gegenüber dem Guß wohl erkannt hat, daß aber die Anforderungen, die an das Metall gestellt werden können, und die leitenden Grundgedanken der Formgebung dem Konstrukteur gegenwärtig noch sehr wenig bekannt sind.

Eigenschaften der Preßmetalle.

Außer den reinen Metallen wie Kupfer, Aluminium und Zink kommen als Legierungen für Preßteile hauptsächlich Zink-Kupfer-Legierungen mit durchschnittlich 60 vH Kupfergehalt in Betracht. Ein geringer Gehalt von Eisen, Blei, Mangan, Nickel und Aluminium erhöht die Bearbeitbarkeit durch Pressen und die Bruchfestigkeit im kalten Zustande. Für Preßteile, die eine besonders große Härte und genügenden Widerstand gegen Abnutzung aufweisen sollen, wird Messing mit einem Zusatz von etwa 3 bis 5 vH Zinn oder 1,4 bis 3 vH Mangan verwendet. An Leichtmetallen werden außer Aluminium auch die Legierungen Elektron[2]) und Silumin[3]) mit Erfolg zu Preßteilen verarbeitet. Von wirtschaftlicher Bedeutung ist, daß die üblichen Preßmetall-Legierungen im Durchschnitt nur etwa 60 vH Kupfer, im übrigen Zink und nur in ganz wenigen Fällen 3 bis 5 vH Zinn und Mangan enthalten, während der Rotguß, den das Preßmetall oft zu ersetzen bestimmt ist, einen erheblich höheren Kupfergehalt, nämlich 85 vH, und 5 bis 15 vH Zinn enthält; denn nur durch den Zinnzusatz läßt sich beim Rotguß ein einigermaßer dichter Guß erreichen.

Zahlentafel 1 gibt eine Übersicht über die verschiedenen im Gebrauch befindlichen Legierungen, die einen Vergleich zwischen den Preßmetall-Legierungen und den Gußlegierungen hinsichtlich ihrer Festigkeitseigenschaften usw. ermöglicht. Während Preßmetalle durchschnittlich 40 bis 45 kg/mm² Zerreißfestigkeit bei einer Dehnung von 20 bis 25 vH aufweisen, haben Messingguß und Rotguß durchschnittlich nur 15 kg/mm² Zerreißfestigkeit und 5 bis 10 vH Dehnung. Die Bildsamkeit der verschiedenen Metalle und Legierungen erläutert Abb. 1, in der gezeigt wird, um wieviel Hundertteile der ursprünglichen Höhe ein bestimmter Körper des Metalles gestaucht werden kann, bis sich die ersten Risse bilden. Hieraus ist zu ersehen, daß sich Kupfer, Zink und Nickelmessing und die Leichtlegierungen Elektron und Silumin im Wärmezustand am schwersten pressen lassen, während die Preßmessinglegierungen durchschnittlich 60 bis 70 vH und Aluminium annähernd auch einen Stauchgrad von 60 vH erreichen.

Über die elektrischen Eigenschaften der Preßlegierungen sind Untersuchungen im Gange, die noch nicht abgeschlossen werden konnten. Auch die Wärmeleitfähigkeit bedarf noch der Untersuchung. Eine besonders vorteilhafte Eigenschaft der Preßmetalle gegenüber dem Guß ist ihre geringe Porosität, die sich aus dem besonders gleichmäßigen Gefüge ergibt. Diese Eigenschaft hat große Bedeutung für Ausrüstungsteile, die unter hohem Druck stehen, wo Rotguß häufig Undichtigkeiten zeigt.

Zahlentafel 1.
Eigenschaften von Preß- und Gußmetall-Legierungen.

Nr.	Benennung	Politurfarbe	Verwendungszweck	Spez. Gewicht	Festigkeit kg/mm²	Dehnung vH
1	Kupfer	rot	Schienenverbinder	8,9	20	30
2	Zink	weiß	Armat. geringer Festigkeit	7,1	10	5
3	Spreemetall	goldgelb	Lagerbuchsen	8,3	45	20
4	Schraubenmessing	ockergelb	Kontaktteile und Armat.	8,5	45	20
5	Schmiedemessing	ockergelb	Freileitungsmaterial	8,5	40	25
6	Armaturmessing	weißlichgelb	Teile hoher Härte	8,5	42	2
7	Segmentmessing	goldgelb	Magnetverteilerplatten	8,5	50	18
8	Nickelmessing	grünlichweiß	Beschlagteile	8,5	50	20
9	Kontaktrollenmessing	ockergelb	Stromabnehmerrollen	8,5	30	1
10	Aluminium	silbergrau	Teile f. photogr. Apparate	2,7	10	25
11	Elektron	stumpfes Grau	Teile f. Schreibmasch. u. Appar.	1,8	27	20
12	Silumin	hellgrau	desgl.	2,6	20	5 bis 10
13	Armaturrotguß	rot	Armaturteile usw.	8,6	16	10
14	Messingguß	gelb	desgl.	8,23	15	5

Entwerfen von Preßteilen.

Auf Grund von besonderen Untersuchungen stellt Dr. Peter allgemeine Konstruktionsregeln für das Entwerfen von Preßteilen auf: Beim Preßteil sollen scharfe Kanten möglichst vermieden werden, da sie für den Preßteil selbst und auch für das Gesenk, worin die Teile gepreßt werden sollen, schädlich sind. Die scharfen Kanten stören einmal das Fließen des Metalles und geben beim Gesenk Anlaß zu einer Kerbwirkung, die zum frühen Bruch des Gesenkes führen kann. Sehr wesentlich ist weiter, daß sämtliche Flächen, die in der Achsenrichtung des Gesenkes eingearbeitet werden müssen, schräg gehalten werden, damit sich der gepreßte Körper gut aus dem Gesenk herausnehmen lassen kann. Ein Beispiel für falsche und richtige Konstruktion und eine Anleitung für die zu wählende Abschrägung geben Abb. 2 und 3. Weiter bezeichnet Dr. Peter es

[1]) Vergl. die Mitteilung in Z. 1922 S. 1046 sowie die ausführliche Wiedergabe des Vortrages in der Zeitschrift für Metallkunde Januar/Februar 1923 S. 1 bis 6 und S. 41 bis 47.
[2]) Vergl. Z. 1920 S. 333, 509; 1923 S. 22.
[3]) Vergl. Z. 1921 S. 1158.

Abb. 1. Stauchgrade von Preßmetallen.

Abb. 2 u. 3. Abschrägung der Innen- und Außenflächen eines Preßteiles. a und rechte Linie in Abb. 3 = Innenabschrägung, b und linke Linie = Außenabschrägung.

Abb. 4 bis 7. Einteiliges Gesenk zum Pressen eines Kontaktstückes.

als eine Regel, daß eine starke Querschnittvergrößerung in der Fließrichtung des Metalles vermieden wird, da sonst leicht Faltenbildung eintritt.

Gesenke.

Die Gesenke, die man zum Pressen braucht, sind einteilig, zweiteilig oder dreiteilig. Je nach der Form des Pressens muß das Gesenk offen oder geschlossen sein. Es kann auch vorkommen, daß man den Unterteil des Gesenkes in zwei oder mehr Teile zerlegen muß, um den unterschnittenen Teil aus der Form nehmen zu können. Abb. 4 bis 7

Abb. 8 bis 11. Zweiteiliges Gesenk zum Pressen eines Ventilkegels.

zeigen ein einteiliges offenes Gesenk, in dem ein Kontaktstück gepreßt wird; Abb. 8 bis 11 stellen ein zweiteiliges, Abb. 12 bis 14 ein dreiteiliges Gesenk dar.

Die Feststellung der Vorgänge beim Fließen des Metalles während des Preßvorganges begegnet noch großen Schwierigkeiten. Dies ist besonders für die Ermittlung der richtigen Querschnitte von Nachteil, da diese Querschnitte bislang meist gefühlsmäßig bestimmt werden und man durch Probieren feststellt, ob das Material beim Fertigpressen die Form ausfüllt. Für die rechnerische Ermittlung dieser Vorgänge sind von Bedeutung die Querschnittverteilung des Preßteiles im Gesenk und das Verhältnis der Preßmasse zur Fließoberfläche, ferner die Wärmebildsamkeit des Werkstoffes, der Preßdruck und die Preßgeschwindigkeit. Die Vorarbeiten, die hier Schweißguth[1]), Döringkel[2]) und Riedel[3]) geleistet haben, müssen noch wesentlich weiter verfolgt werden, damit man aus dem Zustand des Probierens endlich herauskommt[4]).

Infolge der Abnutzung und des Ausschlagens der Gesenke können die Abmessungen für den Preßteil nicht dauernd eingehalten werden. Damit ein Gesenk durchschnittlich 5000 bis 10 000 Stücke hergibt und unter der Berücksichtigung, daß es auch häufiger nachgearbeitet wird, muß man mit einer Toleranz von 0,3 mm für die Maße des Preßteiles rechnen. Will man eine höhere Genauigkeit einzelner Flächen erreichen, so verwendet man das Kaltdrücken. Hierbei ist die Abnutzung des Gesenkes wesentlich geringer.

Herstellen der Preßteile.

Zum Warmpressen in Gesenken benutzt man den Fallhammer, die Reibungstriebpresse, die Kurbel- oder Exzenterpresse und die Druckwasserpresse. Dr. Peter sagt dem Fallhammer wegen der leichten Regelbarkeit seiner Schlagstärke, die, einmal eingestellt, stets gleichmäßig bleibt, eine große Entwicklung voraus. An der jetzt noch meist benutzten Reibungstriebpresse (oder Spindelpresse) hat er auszusetzen, daß die Schlagstärke sehr von der Bedienung durch den Arbeiter abhängt. Der Gebrauch der Kurbel- oder Exzenterpresse ist an die Verwendung von Scherstiften oder Brechtöpfen gebunden, die bei Überschreitung des normalen Druckes zu Bruch gehen und als Sicherheitsglieder das Brechen der Maschinen selbst verhindern. Diese Sicherheitsvorrichtungen veranlassen häufige Instandsetzungen, wodurch mancher Arbeitsausfall hervorgerufen wird. Die geringe Hubhöhe der Kurbelpresse und ihre geringe Preßgeschwindigkeit sind der allgemeinen Einführung hinderlich gewesen. Die vierte Maschinenart, die Druckwasserpresse, ist bisher wenig eingeführt, dürfte aber zum Pressen schwerer Stücke noch eine große Bedeutung erhalten. Für kleinere und mittlere Stücke ist ihre Preßgeschwindigkeit zu gering.

[1]) Vergl. Z. 1918 S. 281, 305 sowie Z. 1919 S. 1107.
[2]) Vergl. Zeitschrift für Metallkunde 1921 S. 305 sowie S. 466.
[3]) Vergl. Z. 1922 S. 566.
[4]) An dieser Stelle sei auf die bemerkenswerten Arbeiten von Boye und Schweißguth im „Maschinenbau" vom 8. Febr. 1923 hingewiesen.

Vorbehandlung der Preßstücke.

Die zu pressenden Metallteile werden zuvor auf die zum Pressen am besten geeignete Temperatur angewärmt. Die günstigste Stauchtemperatur für verschiedene Preßmetall-Legierungen gibt Abb. 15 wieder. Für Preßmessing-Legierungen beträgt die Temperatur durchschnittlich 800 °, für Aluminium 400 ° und für Elektron und Silumin 250 °.

Die Grundarten des Warmpressens.

Dr. Peter unterscheidet drei Grundarten des Preßverfahrens: 1. das Schmiegeverfahren, 2. das Stauchverfahren, 3. das Drückverfahren. Beim Schmiegeverfahren schmiegt sich der Rohstoff in die Form, ohne daß Stoffanhäufungen auftreten, die die Abmessungen des Rohlings überschreiten. Beim Stauchverfahren wird das Metall an einer bestimmten Stelle angehäuft, wie z. B. in Abb. 16 bis 23 dargestellt. An der hier gezeichneten Schieberspindel wird ein kräftiger Bund angestaucht. Das dritte Verfahren, das Drückverfahren, wird ins Große übertragen, auch bei Erzeugung von Stangen auf der Dickschen Presse verwendet. Es wäre unwirtschaftlich, einen ungewöhnlich großen Kopf nach dem Stauchverfahren herzustellen, da hierzu mehrere Stauchungen nötig wären. Dagegen genügt beim Drückverfahren ein einziger Arbeitsvorgang, wobei das Metall des Preßlings beim Niedergang des Stempels durch eine Öffnung des Unterstempels hindurchgedrückt wird, vergl. Abb. 24 bis 26.

Wirtschaftlichkeit.

Zum Schluß beschäftigt sich Dr. Peter mit der Wirtschaftlichkeit des Warmpreßverfahrens. Zahlentafel 2 zeigt die Ergebnisse einer vergleichenden Kostenberechnung von sieben Metallteilen, die in Abb. 27

Zahlentafel 2.

Kostenberechnung von Metallteilen, nach der Herstellungsart unterschieden, vergl. Abb. 27.

Nr.	aus dem Vollen bearbeitet (Messing)	gepreßt		gegossen	
		Messing	Aluminium	Kokillenguß (Rotguß)	Fertigguß (Aluminium)
1	—	100	60,5	123	48,0
2	—	100	—	122	—
3	—	100	—	152	—
4	397	100	62,5	122	50,0
5	208	100	54,5	150	51,5
6	220	100	55,0	133	43,5
7	216	100	43,0	161	49,0

dargestellt sind. Der Vergleich bezieht sich auf die Herstellung 1. durch Bearbeitung aus dem Vollen, 2. durch Pressen, 3. durch Kokillenguß und 4. durch Fertigguß (Spritzguß). In der Zahlentafel sind die Preise für Preßteile aus Messing = 100 gesetzt, woraus sich ergibt, daß rohgegossene Teile durchschnittlich um 40 vH teurer als Preßteile und die aus dem Vollen gearbeiteten Teile sogar 160 vH teurer als Preßteile sind. Ferner ist aus der Zahlentafel zu ersehen, daß sich für Preßteile aus Messing und Aluminium ein sehr starker Unterschied für den Stückpreis ergibt. Die fünf aus Aluminium gepreßten Teile sind durchschnittlich fast um die Hälfte billiger als die Messing-Preßteile. Ferner stellen sich fertige Metallteile, aus Aluminium mittels Spritzgusses hergestellt, um einige Hundertteile billiger als die gleichen Preßteile au

Abb. 12 bis 14. Dreiteiliges Gesenk zum Pressen einer Kappe.

Abb. 15. Günstigste Stauchtemperaturen von Preßmetallen und -legierungen.

Abb. 16 bis 23. Das Stauchverfahren.

mselben Werkstoff. Allerdings setzt Dr. Peter hinzu, daß die Zahl 48 r Fertigguß auf Grund von Werten ermittelt worden ist, die aus stimmten Gründen kein einwandfreies Bild geben. Im ganzen ist s Ergebnis für Preßteile sehr günstig.

Sehr beachtenswert ist auch die in Abb. 28 wiedergegebene Kostenrteilung beim Preßverfahren, wonach der Anteil der Löhne 33 vH, der ergie 9 vH und der Werkzeuge 58 vH beträgt. Diese Zahlen lassen ar erkennen, daß die Werkzeugfrage in der Metallpresserei ausschlagbend ist. Die Ursachen der hohen Werkzeugkosten bestehen darin, ß die Gesenke infolge von Konstruktions- und Werkstoffehlern häufig hadhaft werden. Es treten sehr leicht Kerbrisse an Gesenkteilen ein, e diese früh unbrauchbar machen. Die normale Abnutzung der Genke wird durch die Oberflächenreibung beim Pressen des Werkoffes in der Form hervorgerufen. Begünstigt wird der Verschleiß ch durch Oberflächenrisse, die an fast allen Formen kurz nach dem brauch auftreten. Diese Risse, die die Folge von Oberflächenspan-

Ausgangsmaterial

Preßteil

Abb. 24 bis 26. Herstellen einer Kapsel.

Abb. 27. Metallteile zu Zahlentafel 2.

Löhne 33 vH
Energie 9 vH
Werkzeuge 58 vH

Abb. 28. Kosten beim Pressen von Nichteisen-Metallen.

gen sind und sich bisher noch nicht haben vermeiden lassen, bilden Krebskrankheit der Gesenke. Man ist damit beschäftigt, die Ereinung durch eingehende Untersuchungen näher zu erforschen.

Wesentliche Mittel, um die Stückleistung der Gesenke und die auigkeit der Preßteile zu erhöhen, sieht Dr. Peter in der Verweng guten Werkzeugmaterials. Nirgends zeigt sich deutlicher als hier, der beste Werkstoff der billigste ist.

In dem anschließenden lebhaften Meinungsaustausch kam u. a. f. Tafel, Breslau, auf den Einfluß des Preß d r u c k e s zu sprechen. Möglichkeit, eine große Formänderung zu erreichen, sinkt zwar mit hsender Preßgeschwindigkeit, fällt aber auch mit steigendem Druck, dem die einzelnen Teilchen des zur Formänderung zu bringenden kes aufeinander gepreßt werden. Je stärker sie aufeinander gekt werden, je größer wird der innere Widerstand, der sich der nänderung entgegenstellt. Beim Hammerschlag gibt der Bär im enblick des Auftretens das zu schmiedende Stück wieder frei, so unter dem Einfluß der Spannungen, die der Schlag ausgelöst hat, Fließen stattfinden kann, das frei vom Preßdruck ist. Darin ist Hammer der Druckwasserpresse, die den Druck länger auf dem k liegen läßt, überlegen, und hier ist auch der Grund der von Dr. r erwähnten Vorliebe für die Reibungstriebpresse zu suchen, denn e vereinigt die Vorzüge des Hammers mit denen der Schmiedepresse. [M 365]

Normung.

NDI-Gewindetoleranzen.

Während man in England und den Vereinigten Staaten schon vor fast 20 Jahren — gleichzeitig mit der Normung der Gewinde — auch mit der Aufstellung ihrer Toleranzen begonnen hatte, hat man dieser Frage in Deutschland und überhaupt auf dem europäischen Kontinent kaum Beachtung geschenkt. Sowohl beim Abschluß des metrischen Gewindes des VdI im Jahre 1893, als auch bei der Aufstellung des SI-Gewindes 1898 hat man sich mit der Festlegung des Profils, der Durchmesserreihe und der Steigung begnügt, die notwendige Herstellgenauigkeit aber gar nicht in den Kreis der Betrachtung gezogen; nur beim Löwenherz-Gewinde finden sich schwache Ansätze dafür.

Erst mit der allgemeineren Ausbreitung des Normungsgedankens seit 1917 brach sich die Erkenntnis Bahn, daß auch für die Gewinde Herstellgenauigkeiten aufgestellt werden müssen, und so setzte sie der Gewindeausschuß des NDI auch sofort auf sein 1918 aufgestelltes Programm. Zuvor mußte aber die Normung der Gewinde eine gewisse Stufe der Vollendung erreicht haben, ehe man sich mit den weiteren Einzelheiten beschäftigen konnte. So verschob sich der Beginn der diesbezüglichen Arbeiten bis zur Mitte des vergangenen Jahres. Diese zeitliche Verzögerung bot aber einen — nicht zu unterschätzenden — Vorteil, daß man sich nämlich die an anderer Stelle gesammelten (ausschließlich negativen) Erfahrungen zu Nutze machen und die dort begangenen Fehler vermeiden konnte. Sie zeigen sich vor allem darin, daß die betreffenden anfänglichen Werte viel zu klein waren, so daß die Praxis sie nicht innezuhalten vermochte und sich infolgedessen gar nicht darum kümmerte, was zur Folge hatte, daß die Toleranzen immer wieder erhöht werden mußten. Ferner sind auch bei der Aufstellung der ersten ausländischen Gewindetoleranzen prinzipielle Fehler begangen worden, die im einzelnen zu verfolgen hier aber zu weit führen würde.

In glücklicher Weise wurde bei den deutschen Gewindetoleranzen Praxis und Theorie vereinigt. Leitende Grundgedanken waren: Bohrung und Mutter müssen 1. unbedingt zusammenzuschrauben sein und 2. noch eine genügende Tragfläche haben, um den Beanspruchungen widerstehen zu können. Maßgebend ist dabei vor allem die Toleranz des Flankendurchmessers, da hiervon der Sitz zwischen Bolzen und Mutter abhängt. Jene ist aber weniger durch die aus herstellungstechnischen Gründen zu gewährende Abweichung vom Sollwert, als vielmehr durch die zulässigen Steigungs- und Winkelfehler bedingt, da beide eine Verringerung des Flankendurchmessers beim Bolzen und eine Vergrößerung bei der Mutter verlangen, damit sie noch zusammengeschraubt werden können. Es wurden deshalb an 130 Schrauben von neun der größten Schraubenfabriken und an 36 Lehren von vier der auf diesem Gebiet bedeutendsten Firmen die Abweichungen der Steigung, des Flankenwinkels und des Flankendurchmessers vom Sollwert mit den besten zurzeit zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln bestimmt[1]).

Aus diesen Versuchen ergab sich, daß man bei besseren handelsüblichen Schrauben die Toleranz des Flankendurchmessers zu $100\sqrt{h}$ ansetzen kann (die Werte ergeben sich in μ, wenn man h in Millimetern einsetzt). Eine Gewähr für die Richtigkeit dieser Wahl liegt auch darin, daß sowohl die englischen wie die amerikanischen Vorschriften etwa dieselben Werte aufweisen. Die Versuche lehrten weiter, daß man nicht mit einer einzigen Klasse von Schrauben auskommt, sondern daß man noch eine bessere und eine schlechtere vorsehen muß. Für erstere kann man ⅔ des vorher angegebenen Betrages, also $67\sqrt{h}$ nehmen. Diese Größe bildet die Gewinde-Paßeinheit (GPE), die aber nicht, wie bei den Rundpassungen, proportional zu $\sqrt[3]{h}$ gewählt ist, sondern nur mit $\sqrt[2]{h}$ ansteigt. In GPE betragen die Toleranzen des Flankendurchmessers für die drei Schraubenklassen

fein: 1 GPE; mittel: 1½ GPE; grob: 2½ GPE.

Über diese Toleranzen hinausgehende, aber nicht mehr genormte Schrauben werden als Rohschrauben betrachtet. Die im Flankendurchmesser der Fehler der Steigung und des halben Winkels $\left(\delta h \text{ und } \delta\frac{\alpha}{2}\right)$ wegen vorzunehmenden Änderungen berechnen sich beim

metrischen Gewinde zu $f_1 = 1{,}921\,\delta h$; $\quad f_2 = 0{,}44\,h\,\delta\frac{\alpha}{2}$

Whitworth-Gewinde zu $f_1 = 1{,}732\,\delta h$; $\quad f_2 = 0{,}35\,h\,\delta\frac{\alpha}{2}$

(die Werte ergeben sich in μ, falls α in Minuten eingesetzt wird). Die Größe $f_1 + f_2$ muß innerhalb der vorher angegebenen Werte der Toleranz des Flankendurchmessers ($\delta \varnothing_{Fl}$) bleiben, wobei erwünscht ist, daß $f_1 < {}^2/_3\,\delta \varnothing_{Fl}$ und $f_2 < {}^1/_3\,\delta \varnothing_{Fl}$ gehalten wird.

Gegenüber diesen Werten sind die Toleranzen des Außen- und Kerndurchmessers von untergeordneter Bedeutung. Selbstverständlich müssen sie größer als $\delta \varnothing_{Fl}$ sein, wobei sich aus theoretischen Überlegungen als mögliches Größtmaß $2\,\delta \varnothing_{Fl}$ ergibt. Demgemäß ist angesetzt:

$$\delta \varnothing_K \text{ Bolzen und } \delta \varnothing_A \text{ Mutter} = 2\,\delta \varnothing_{Fl}\,.$$

Bei den einzelnen Schraubenklassen wird also diese Toleranz für

fein: 2 GPE; mittel: 3 GPE; grob: 5 GPE.

Für den Außendurchmesser des Bolzens und den Kerndurchmesser der Mutter ist die Toleranz zwischen diesen Größen und $\delta \varnothing_{Fl}$ gehalten. Mit Rücksicht auf die Herstellgenauigkeiten des gezogenen und gewalzten

[1]) G. Berndt, Mitteilungen des NDI 6 vom 28. Oktober 1922 S. N 13 und 13. Januar 1923 S. N 42.

Rundeisens konnte hier aber nicht mehr eine einfache Beziehung zur Gewinde-Paßeinheit genommen werden. Während der Flanken- und der Kerndurchmesser des Bolzens durchweg unter, der Flanken- und der Außendurchmesser der Mutter dagegen stets über dem in Dinorm 11/14 angegebenen theoretischen Maß gehalten werden müssen, um das Zusammenschrauben von Bolzen und Mutter nicht unmöglich zu machen, kann und muß anderseits auch beim Außendurchmesser des Bolzens und beim Kerndurchmesser der Mutter das Spitzenspiel a mit ausgenutzt werden, um nicht zu viel an Tragfläche zu verlieren. Es ist daher die Toleranz für diese folgendermaßen festgesetzt:

	fein	mittel	grob
metrisches Gewinde	1 GPE $+ 1/2\, a$	2 GPE $+ 1/2\, a$	3 GPE $+ 1/2\, a$
Whitworth-Gewinde	a	$100 + a$	$250 + a$

Dabei bedeuten die Größen ½ a bzw. a das oberhalb der theoretischen Grenze liegende obere Abmaß, während der jeweils erste Summand das unterhalb derselben liegende untere Abmaß beim Bolzen darstellt (bei der Mutter ist es umgekehrt). Bei den Mittel- und Grobschrauben ist kein Mindestspiel im Flankendurchmesser vorgesehen, dagegen sind bei den Feinschraubenbolzen die Toleranzen so verlegt, daß ¹/₆ über und ⁵/₆ unter dem theoretischen Werte liegen, um einen genügend festen Sitz zu erhalten; ein Klemmen tritt aber wegen der Lage der Herstellgenauigkeiten bei den Gewindelehren trotzdem nicht ein. Das Übermaß ist in den Bolzen verlegt, um alle Muttern mit demselben Gewindebohrer schneiden zu können; es ist also das System der Einheitsbohrung gewählt.

Für die Prüfung ist vorgesehen, daß sie an der Gutseite durch Gewindelehrdorn und -ring erfolgt, während an der Ausschußseite Gewindelehren nicht benutzt werden können. Hier ist vor allem festzustellen, daß der Flankendurchmesser innerhalb der zulässigen Grenze geblieben ist, um auf diese Weise die Gewähr für eine genügende Tragfläche zu haben. Unter Umständen kann man auch den Außendurchmesser des Bolzens und den Kerndurchmesser der Mutter (durch Rachenlehren oder Kaliberdorne), und nur in besonderen Fällen den Kerndurchmesser des Bolzens und den Außendurchmesser der Mutter auf Innehaltung der Toleranzen kontrollieren; im allgemeinen wird dies aber nicht nötig sein, da sie nur geringen Einfluß auf die Größe der Tragflächen haben.

Die Herstellgenauigkeit der Gewindelehren ist auf ¼ der Toleranz der Feinschrauben und damit ¹/₈ der Toleranz der Mittelschrauben angesetzt. Für eine zweite Klasse, die aber nur für Grobschrauben benutzt werden kann, ist ¹/₈ von deren Toleranz vorgesehen. Auch bei den Gewindelehren müssen die Steigungs- und Winkelfehler durch eine Änderung des Flankendurchmessers kompensiert werden, und zwar ist er bei den Gewindelehrdornen, welche ja die Mutter kontrollieren, um einen entsprechenden Betrag zu vergrößern, bei den Gewindelehrringen dagegen zu verkleinern, um auf jeden Fall austauschbare Schrauben zu erhalten. Aus diesem Grund ist auch die Herstellgenauigkeit bei den Gewindelehrdornen stets nach der Plusseite, bei den Gewindelehrringen dagegen nach der Minusseite vom theoretischen Profil aus zu verlegen, was auch mit Rücksicht auf die Abnutzung notwendig ist. Daraus folgt, daß Gewindelehrdorne und -ringe nicht mehr aufeinander zu schrauben sind.

Werte für die Abnutzung lassen sich nicht angeben; sie ist vielmehr nur dadurch zu kontrollieren, daß man den Sitz zwischen den Arbeits-Gewindelehren und den mit ihnen mitgelieferten und ihnen angepaßten Gegenlehren prüft.

Bezüglich näherer Ausführungen sowie der zahlenmäßigen Angabe der Abmaße und der Grenzwerte für metrisches und Whitworthgewinde wie auch der Gewindelehren, sei auf die demnächst erscheinende Dinorm verwiesen, die auch an folgenden Stellen veröffentlicht wird: Loewe Notizen 1. März 1923; „Präzision“ 20. März 1923; „Werkstattstechnik“ 15. März 1923. [M 370] Prof. Dr. G. Berndt.

Aus dem Ausland.

Maschinenteile.

Neuere französische Riemenversuche.

Im Laboratorium des Conservatoire des arts et métiers haben in den letzten Jahren Boyer-Guillon und Auclair[1]) Versuche mit Lederriemen ausgeführt, wobei sowohl die Reibungswerte bei verschiedener Rutschgeschwindigkeit der Scheibe als auch die Verluste der gleichen Versuchsriemen im Betrieb gemessen wurden.

Die Versuchsanlage, die mit Unterstützung eines besonderen französischen Riemenausschusses hergestellt wurde, besteht aus Pendelmotor und Pendeldynamo von etwa 50 PS, die durch einen Riementrieb verbunden sind, und womit man die Drehmomente und die im Betrieb vorhandene Achsspannung bequem messen kann. Das ermöglicht, bei den verschiedenen Riemenspannungen die Summe aller reinen Riemenverluste (durch Schlupf, Biegung und Luftreibung) genau zu messen und, da der Schlupf außerdem durch elektromagnetisch gekuppelte Zähler bestimmt wird, als Rest die gemeinsamen Verluste durch Biegung und Luftreibung zu erhalten. Die Ergebnisse von fünf Lederriemen Nr. 6, 8, 14, 16 und 32 habe ich in Abb. 29 und 30 zusammengestellt.

Die Reibungszahlen μ sind nach dem Verfahren von Friedrich[2]) gemessen und in Abb. 29 abhängig von der Rutschgeschwindigkeit v_g aufgetragen. Bemerkenswert ist auch hier die große Verschiedenheit der einzelnen Riemen und die geringe Reibung bei $v_g \sim 0$, wo bei allen Riemen $\mu < 0{,}2$ ist. (Ob die Riemen neu oder gebraucht und wie groß die Auflagepressungen waren, ist aus dem Bericht nicht zu entnehmen.)

Bei den Betriebsversuchen liefen die Riemen mit $v = 20$ m/s und $N = 50$ PS über zwei Scheiben von 420 mm Dmr., so daß die Nutzspannung $k_n = k_1 - k_2$ dauernd gleich blieb, während die mittlere Betriebsspannung $k_m = \frac{k_1 + k_2}{2}$ verändert wurde. Damit konnte der zunehmende Schlupf nachgeahmt werden, der im praktischen Betrieb als Folge des unvermeidlichen Längens der Lederriemen und der Abnahme der mittleren Spannung eintritt. In Abb. 30 sind die Spannungen k_1, k_2 und k_m als Geraden abhängig vom Verhältnis k_m/k_n aufgetragen, so daß man zum Vergleich mit andern Versuchen dimensionslose Abszissen erhält. Außerdem ist derjenige μ-Wert eingezeichnet, welcher notwendig wäre, damit beim unelastischen oder ruhenden Riemen Gleitschlupf des auflaufenden Riementrums vermieden wird. Der Wert hat seine Asymptote bei $k_m/k_n = 0{,}5$ oder $k_2 = 0$, da dort jede Übertragung durch Riemenvorspannung aufhört oder $\mu = \infty$ ist. Endlich sind die wirklich gemessenen Schlupfkurven σ eingetragen.

Die fast wagerechten Teile der σ-Kurven sind das Gebiet des unvermeidlichen elastischen oder Dehnungsschlupfes, der bei gleicher Leistung unmittelbar mit der Elastizität $1/E$ des Riemenstoffes wächst. Diese ist offenbar bei den Riemen 32 und 14 am geringsten, während Riemen 6, 8 und 16 wesentlich elastischer sind. Je elastischer aber ein Riemen ist, desto größer ist auch seine Relativgeschwindigkeit und damit die Reibung auf der Scheibe während des allmählichen Anspannens oder Entspannens des Bandes.

Verfolgt man die Schlupfkurven von rechts nach links, so findet man, daß der Gleitschlupf, der bei $v_g = 0$ und $\mu = 0{,}2$ mit $k_m/k_n = 1{,}$[illegible]

¹) Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France 1922 S. 482.
²) Z. 1915 S. 537.

Abb. 29. Reibungszahlen für fünf Lederriemen, abhängig von ihrer Rutschgeschwindigkeit.

Abb. 30. Schlupfkurven für fünf Lederriemen.

eginnen müßte, in Wirklichkeit erst bei viel geringerer Riemenspannung einsetzt. Bei den Riemen 8 und 16, die auch in Abb. 29 die rößten μ-Werte haben, wird der Grenzwert $k_m/k_n = 0{,}5$ fast erreicht; ie Schlupfkurven machen einen deutlichen Knick beim Übergang vom ein elastischen Schlupf zum Gleitschlupf, der dort von 0,012 rasch ber 0,05 hinaus steigt. An dieser Übergangsstelle ist, wie aus Abb. 30 ntnommen werden kann, $v_g \sim 0{,}25$ m/s und $\mu \sim 0{,}7$, während nach Abb. 29 für die gleichen Riemen bei $v_g = 0{,}25$ m/s sogar $\mu > 0{,}8$ ist. Abb. 30 ergibt durchweg etwas kleinere μ-Werte als Abb. 29, was bei en Erschütterungen des Betriebes und der ungleichmäßigen Verteilung on v_g am Riemenumfang erklärlich ist.)

Die Reihenfolge der andern Riemen, die nach Abb. 29 14, 32, 6 äre, kehrt sich in Abb. 30 in 6, 14, 32 um, wobei die Schlupfkurve on Riemen 6 die andern überholt und sogar nahe an die von iemen 16 heranrückt, obwohl die entsprechenden μ-Kurven weit auseinanderliegen. Vermutlich war bei Riemen 6 die Elastizität und amit die Relativbewegung v_g auf der Scheibe wesentlich größer als ei den Riemen 14 und 32. Die Durchzugkraft und die Brauchbareit eines Riemens für große Überlastung scheint demnach nicht nur on seinen Reibungseigenschaften, sondern auch von seiner Elastizität bzuhängen. Der steifere Riemen rutscht bei sonst gleicher Reibung her als der elastische; eine Hauptaufgabe jedes Betriebsleiters ist es aber, die Elastizität des Riemens durch richtige Behandlung aufrechtuerhalten.

Die Verluste durch Biegung und Luftreibung (bei $v = 20$ m/s) zuammen betragen bei den meisten Versuchen zwischen 1 und 1,8 vH nur beim Riemen 8 überschreiten sie auffallenderweise 3 vH). Bei den leinen Scheibendurchmessern hätte man noch größere Biegungsverluste erwarten können. Man darf hoffen, daß die gut durchgebildete Versuchsanlage noch weitere Beiträge zur Theorie und Praxis des iementriebes liefern wird, besonders wenn die französischen Forscher inmal von den deutschen Arbeiten eingehendere Kenntnis erlangen.

Dresden. [R 1594] K. Kutzbach.

Elektrotechnik.

Neuere Kabelmuffen für Hochspannung.

In einer Zusammenkunft des Institute of Electrical Engineers ist on verschiedenen amerikanischen Elektrotechnikern der gegenwärtige tand der Konstruktion von Hochspannungskabelverbindungen einehend behandelt worden. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen vier erschiedene Arten von Drehstrom-Kabelverbindungen, mit denen bisher echt günstige Erfahrungen gemacht worden sind.

Die Bauart nach Abb. 31 der Commonwealth Edison Co. wird für 2000 V- und 33 000 V-Verbindungen benutzt. Sie enthält für die drei abelleiter Einzelröhren vom gleichen Material wie die Kabelisolation getränktes Papier) und wird mit dickflüssiger Isoliermasse geüllt. Zwischen den Röhren liegen noch Mikablätter zur Verstärkung er Isolation. Kennzeichnend für die vielbenutzte Verbindungsmuffe, bb. 32, ist, daß Zwischenwände aus Mika a drei besondere Zellen lden, in denen die Verbindungsstelle je einer Kabelader liegt. Die

Abb. 31. Kabelmuffe für 12 bis 33000 V-Verbindungen.

Abb. 32. Verbindungsmuffe mit Zwischenwänden aus Mika.

erbindungsstellen haben Kupferhülsen b und sind durch Bandbewickng c gegen Kriechströme in der Längsrichtung gesichert. Die Enden es Bleimantels werden unmittelbar unter der Bandisolation aufgebördelt.

Abb. 33 zeigt eine von Hand gewickelte Kabelverbindung mit getränkter Papierisolation a für jeden einzelnen Leiter. Um alle ei Leiter ist eine Hülle gewickelt und mit ölgetränktem Stoff ausefüllt. Eine besondere Vorrichtung dient zum Nachfüllen des Öles ährend 24 Stunden unter Überdruck. Die Hülle ist deshalb an einigen ellen durchbohrt zum freien Eintritt des Öles in den Füllstoff. Man

Abb. 33. Von Hand gewickelte Kabelmuffe.

Abb. 34. Kabelmuffe für Spannungen von 26400 V.

mmt an, daß das Öl bei diesem Füllen nach vorherigem Auspumpen der Luft auch noch außerhalb der Kabelverbindung eine weite recke durch die einzelnen Kabeladern hindurchdringt und so die isorenden Papierstreifen tränkt. Hierdurch sollen die mannigfaltigen häden, die bei der Herstellung der Kabelverbindung an den Kabelden entstehen können, ausgeglichen werden. Über die den Füllstoff gebende Schicht ist ein Kupfergewebe b gelegt und darüber wieder ne dicke Baumwollage c gewickelt. Über das Ganze wird eine Eisenuffe geschoben, die eine Anschlußöffnung d zum Auspumpen und Füllen mit Isoliermasse hat, ebenso wie die Muffe Abb. 32. Die New-York-Edison Co. und ein anderes Unternehmen haben bereits mehr als 1600 Muffen dieser Art in Gebrauch. Die ersten 290 davon sind seit 1915 bei 24 000 V in Betrieb und haben sich gut bewährt. Die Anwendung der Luftpumpe vor dem Einfüllen der Isoliermasse vergrößert die Kosten dieser Kabelverbindung um je 2 bis 3 \$. Man hält sie indessen bei jeder Verbindung von mehr als 13 000 V für unbedingt erforderlich.

Die Muffe Abb. 34 ist für Spannungen von 26400 V benutzt worden. Die Bleihülle wird am Ende jedes Kabels in 254 mm Länge entfernt, die darunter liegende Bandisolation etwas weniger weit. Darauf wird die Einzelisolation am Ende jedes Leiters abgewickelt. Über die Kabelenden wird dann je eine Bleimuffe a geschoben und die Enden der Isolation werden aufgebogen, so daß keine scharfe Kante entsteht. Die Verbindung zwischen je zwei Leitern wird wieder durch eine sorgfältig verlötete Kupferhülse b hergestellt. In einer Länge von 26 mm vom Ende der Papierisolation ab wird die Isolation zur Hälfte abgewickelt, so daß sie stufenförmig abgesetzt wird (c). Hiernach wird die Isolation mit flüssigem Paraffin übergossen. Zur Füllung des Zwischenraums zwischen der dickeren Papierisolation und den Kupferhülsen dienen mit Paraffin getränkte Baumwollstreifen d. Eine weitere Lage Baumwollstreifen wird dann um jede Hülse gewickelt, hierauf kommen verschiedene mit Firnis getränkte Streifen aus Seide, bis die Dicke der ursprünglichen Isolation hergestellt ist. Jeder Leiter wird nun noch so weit umwickelt, bis die Isolierschicht 40 vH dicker als die ursprüngliche geworden ist. Ein besonderes Band wird entsprechend der ursprünglich vorhandenen Isolation um alle drei Enden gewickelt.

Die beiden aneinander geschobenen Teile der Bleimuffe werden verlötet und mit Löchern von rd. 20 mm Dmr. zum Einfüllen der flüssigen Isoliermasse versehen. Schließlich wird ein Überzug aus Baumwolle und Zement als Feuerschutz aufgebracht. [1625] Sd.

Neuere Fortschritte der Bildtelegraphie.

Die Bedeutung der Bildtelegraphie wird mangels praktischer Anwendungen vielfach sehr unterschätzt. Sie hat eine wichtige physikalische Seite schon insofern, als sie eine Vorstufe zum elektrischen Fernsehen bildet, das durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt und Telegraph und Fernsprecher in wirkungsvollster Weise ergänzen würde. Aber auch die praktische Bedeutung der Bildtelegraphie, d. h. der drahtlichen oder drahtlosen Übermittlung von Zeichnungen, Bildern usw., tritt mehr und mehr hervor. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß das verarmte Deutschland sich wie in manchen andern Fällen auch hier trotz hervorragender technischer Möglichkeiten die Anwendung des vorerst noch recht kostspieligen Verfahrens versagen muß. Um so mehr ist es für uns von Belang, die weitere Entwicklung der Technik der Bildtelegraphie namentlich auch im Auslande zu verfolgen. Über die praktischen Anwendungen ist noch zu sagen, daß sich neuerdings besonders die telegraphische Übermittlung von Fingerabdrücken und Lichtbildern von Verbrechern immer mehr einbürgert. In Kriegszeiten spielt insbesondere die drahtlose Übermittlung von Fliegeraufnahmen vom Flugzeug zur Bodenstation eine nicht zu unterschätzende Rolle. In Amerika, wo die Presse sich wegen ihrer glänzenden wirtschaftlichen Lage große Aufwendungen für Abbildungen gestatten kann, ist die telegraphische Übermittlung von Zeitungsabbildungen schon heute keine Seltenheit mehr. Die Leishman Telegraph Picture Service Co. hat bereits Hunderte von Abbildungen nach dem von L. J. Leishman angegebenen neuen Kodeverfahren, von dem noch die Rede sein wird, an zahlreiche amerikanische Zeitungen telegraphiert.

Im Journal of the American Institute of Electrical Engineers vom November 1922 veröffentlicht D. W. Isakson einen interessanten Bericht über die neuesten Fortschritte der Bildtelegraphie, worin er namentlich das erwähnte Verfahren von Leishman ausführlicher bespricht. Nach einem geschichtlichen Überblick behandelt der Verfasser kurz die Erfindungen von Professor Arthur Korn, Charlottenburg, und des Franzosen Belin, um dann zur Besprechung der Leishmanschen Verfahren überzugehen. Die Anordnungen von Korn sind in der deutschen Fachpresse wiederholt behandelt worden[1]). Es sei nur darauf hingewiesen, daß Korn im Sommer 1922 sehr erfolgreiche Versuche zur drahtlosen Übermittlung von Lichtbildern von Rom nach Berlin und nach Amerika ausgeführt und persönlich geleitet hat. Welche Gründe der allgemeineren Verbreitung der bewährten Kornschen Bildtelegraphie in Deutschland zunächst entgegenstehen, wurde bereits oben angedeutet.

Das Rasterverfahren von Leishman.

Leishman hat drei verschiedene Verfahren ausgearbeitet, die in ihren Grundzügen nicht neu sind, in der Ausführung aber zum Teil wichtige und neuartige Einzelheiten aufweisen. Das älteste ist das Rasterverfahren. Hierbei wird das zu übermittelnde Bild durch einen feinen Raster hindurch auf eine Kupferplatte so photographiert, daß auf chemischem Wege ein Punktrelief entsteht. Je tiefer die Schatten des Bildes sind, desto dichter sind die Punkte des Positivreliefs. Die Kupferplatte wird nun zu einem Zylinder zusammengerollt und so auf den umlaufenden Sendezylinder aufgeschoben. Das Relief wird bei der Umdrehung durch einen mit einer Stromquelle verbundenen Stift in einer Schraubenlinie abgetastet. Infolgedessen ändern sich die durch den Stift und die Kupferplatte hindurchgehenden Ströme je nach der Dichtigkeit des Punktreliefs.

[1]) s. ETZ 1914 S. 442; Ztschr. f. Feinmechanik 1914 S. 73, 1917 S. 71 und 1922 S. 205; „Die Naturwissenschaften“ 1916 Heft 46.

Bei der Empfangstelle wirken die ankommenden Ströme auf zwei Elektromagnete, die einen Anker gemeinschaftlich betätigen. Am Ende des Ankers ist ein Saphirstift befestigt. Auf den mit dem Senderzylinder synchron laufenden Empfängerzylinder ist ein Blatt Schreibpapier und darüber ein Blatt Kohlenpapier gelegt. Unter dem Einfluß der ankommenden Stromstöße wird der Saphirstift durch die Magnete gegen das Kohlenpapier gedrückt, so daß er in einer Schraubenlinie mit entsprechenden Unterbrechungen die Erhöhungen und Vertiefungen des Punktreliefs der Sendevorlage auf dem Schreibpapier aufzeichnet. So entsteht nach und nach das Bild. Da bei diesem Verfahren der Strom sekundlich 250 mal unterbrochen wird, eignet es sich für Leitungen von einiger Kapazität nicht. Abhilfe durch Anwendung von Kathodenröhren erscheint nicht ausgeschlossen.

Leishman hatte aber zur Vermeidung dieser Schwierigkeiten zunächst ein zweites Verfahren ausgearbeitet, das große Ähnlichkeit mit einem älteren Verfahren von Korn und mit der Anordnung von Belin hat, die neuerdings namentlich zur drahtlosen Übermittlung von Fingerabdrücken mit Erfolg verwendet wird[1]). Doch benutzt Leishmann statt der wegen ihrer Trägheit unzuverlässigen Selenzellen gasgefüllte photoelektrische Zellen nach Kunz. Der Verfasser beschreibt indes dieses Verfahren nur in seinen Grundzügen, so daß man sich keine klare Vorstellung von der Wirkungsweise machen kann.

Das Kodeverfahren nach Leishman

dagegen wird eingehender behandelt. Es weist gleichfalls gewisse Ähnlichkeit mit dem entsprechenden Verfahren nach Korn auf. Im Gegensatz zu den beiden vorher erwähnten Anordnungen, die eine unmittelbare Übermittlung des Bildes bezwecken, handelt es sich hier um eine mittelbare Übermittlung. Auch hier

Abb. 35. Zu übermittelndes Lichtbild.

Abb 36. Einteilung des Bildes nach Helligkeitsgraden.

wird das Bild in seine Bildpunkte zerlegt, aber nicht gleichzeitig mit der Zerlegung übermittelt, sondern völlig unabhängig von dieser. Es wird nur eine eingehende Beschreibung in verabredeter Sprache telegraphiert, in welcher Weise die Bildpunkte zusammenzusetzen sind. Auf den ersten Blick erscheint es unmöglich, danach ein Bild getreu wiederzugeben. Die folgende Beschreibung soll indes die Ausführbarkeit erläutern.

Das zu übermittelnde Bild, Abb. 35, wird mit Hilfe von Grenzlinien in fünf Grade von Schattierungen zerlegt, Abb. 36. Die so abgegrenzten kleinen Flächen werden entsprechend dem Schattierungsgrad mit einem Buchstaben bezeichnet, und zwar: x = weiß, f = hellgrau, i = mittelgrau, k = dunkelgrau und m = schwarz. Das so eingeteilte Bild wird auf ein Reißbrett gespannt, das mit einer verschiebbaren Reißschiene versehen ist.

Das Reißbrett hat an seinem oberen Rande eine wagerechte Einteilung, die Reißschiene eine senkrechte, die in der Ruhelage genau an die wagerechte Einteilung des Reißbrettes anschließt. Die Einteilung am oberen Rande des Reißbrettes dient als festliegende Abszisse, diejenige der Schiene als bewegliche Ordinate. Jede der beiden Einteilungen hat 18 Hauptteilstriche und jede der so gebildeten Abteilungen wieder 18 Unterteilstriche. Beide Arten von Teilstrichen sind für sich mit fortlaufenden Buchstaben bezeichnet.

Man kann nun durch Verschiebung der Reißschiene jeden Punkt der eingeteilten Bildvorlage genau festlegen. Man denke z. B. an das bekannte Verfahren, die Lage eines Punktes auf einem Stadtplan aus der Angabe des Quer- und Längsstreifens zu ermitteln. Während es sich dort um verhältnismäßig große Flächen handelt, kann man hier die Reißschiene in beiden Richtungen um winzige Maße verschieben. Da sich nun beim Empfangsamt ein genau gleiches Reißbrett befindet, kann man die verschiedenen Bildpunkte dort einstellen, sobald die Lage der einzelnen Punkte auf dem Reißbrett, ihre Verbindung untereinander und der Schattierungsgrad telegraphisch genau bezeichnet werden. Dies geschieht durch bestimmte Schlüsselbuchstaben. Die Buchstabengruppe $LGVI$ kennzeichnet z. B. die Koordinate der Ordinate G (Unterteilstrich) im Abschnitt L (der Schiene) und die Abszisse I (Unterteilstrich) im Abschnitt V (der Einteilung am oberen Rande des Reißbrettes). Dazu tritt ein fünfter Buchstabe, der die Verbindung mit dem nächstfolgenden Punkt oder den Grad der Schattierung (x, f usw.) bezeichnet.

Natürlich ist eine sehr große Anzahl solcher Gruppen von fünf Buchstaben zu übermitteln, um die einzelnen Züge eines Bildes mit ausreichender Deutlichkeit wiederzugeben. Auf Grund des ankommenden Schriftzeichentelegramms wird am Empfangsort zunächst das Bild in seinen Grundzügen, Abb. 37, auf dem Reißbrett hergestellt. Danach wird alsdann gemäß den Angaben der Schattierungsgrade eine Retusche angefertigt und von dieser schließlich durch einen Raster in der üblichen Weise der Druckstock für die Zeitungsabbildung hergestellt, Abb. 38.

Die Telegraphenleitung oder die drahtlose Verbindung, die für die Übermittlung benutzt wird, leistet bei dieser Anordnung genau dieselben einfachen Dienste wie bei der Beförderung irgendeines Börsentelegramms. Es werden einfach Gruppen von je fünf Buchstaben telegraphiert. Bei der Einteilung des Bildes nach Schattierungsgraden dürften aber wohl, ähnlich wie dies bei der entsprechenden Anordnung von Korn der Fall ist, optisch-elektrische Hilfsmittel (Selenzelle oder photoelektrische Zelle) benutzt werden, um das unvollkommen arbeitende Auge bei der Feststellung der Schattierungsgrade zu unterstützen. Vielleicht kommen derartige Einrichtungen auch bei der Wiedergabe

Abb. 37. Nach dem ankommenden Telegramm aufgezeichnetes Bild.

Abb. 38. In der Zeitung erschienene Abbildung.

des Bildes am Empfangsort zur Anwendung. Isakson erwähnt davon allerdings nichts.

Eingangs dieses Berichts wurde bereits darauf hingewiesen, daß das Kodeverfahren von Leishman sich in Amerika schon eingebürgert hat. Wie schnell dieses Verfahren trotz scheinbarer Umständlichkeit arbeitet, und wie sehr es geeignet ist, die Zeitungsberichterstattung zu beleben und zu ergänzen, geht u. a. daraus hervor, daß eine bildliche Darstellung des Brandes des Sing-Sing-Gefängnisses in New York auf diese Weise in mehreren Zeitungen der amerikanischen Westküste innerhalb vierundzwanzig Stunden nach Ausbruch des Feuers zum Abdruck gebracht werden konnte, so daß das Bild erschien, noch ehe das Feuer gelöscht war. Dem Aufsatz von Isakson ist das Lichtbild und dessen wohlgelungene Wiedergabe auf Grund des Kodetelegramms beigegeben. [R 1588] C. W. Kollatz.

Einphasentransformatoren mit drei Wicklungen

sind von der Tokyo Electric Co. bei der Westinghouse Co. für ihr Hochspannungsnetz von 66 kV und für ihre 154 kV-Fernleitung von Shonanogawa und Nakatsugawa nach Tokio bestellt worden. Die eine Wicklung, für 6000 V, dient als Niederspannungswicklung zum Anschluß der Stromerzeuger im Komatsu-Kraftwerk. Die eine Oberspannungswicklung ist für 86 610 V, die andre für 36 375 V bemessen. Bei Sternschaltung der drei für das Drehstromnetz erforderlichen Transformatoren auf der Oberspannungsstrecke ergeben sich dann die genannten Leitungsspannungen. Ein vierter Transformator ist zur Aushilfe vorgesehen. Die Niederspannungs- und die Mittelspannungswicklung erhalten Anzapfungen für 5 vH über und unter der Nennspannung. Die Wicklung für die höchste Spannung kann mit 21 000 kVA, die für die mittlere Spannung mit 15 000 kVA belastet werden. (Power 14. November 1922) [M 331]

---

[1]) s. Scientific American Dez. 1922 S. 386.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Februar.

Die Besetzung des Ruhrgebietes. Während des nats Februar haben die Franzosen und Belgier die militärische Betzung des Ruhrgebietes erheblich ausgedehnt und u. a. einen, erdings nur geringfügigen, Teil des von englischen Truppen gehaltenen bietes übernommen, in der Hoffnung, dadurch eine gewisse Erleichteig in dem fast gänzlich lahm liegenden Bahnverkehr zu erzielen. Unhängig von dem Vorgehen im Industriegebiet haben französische ippen die Bahnhöfe Offenburg und Appenweier sowie die benachten Ortschaften Badens besetzt, angeblich als Strafe dafür, daß utschland im Rahmen der übrigen Einschränkungen des Personenkehrs auch den Verkehr der internationalen Züge Paris-Warschau l Paris-Prag eingestellt hat. Zur Bestreitung der militärischen sgaben der Ruhrbesetzung hat die französische Regierung von der mmer zunächst einen Betrag von 40 Mill. Fr im Monat und 3erdem für die Verwaltung der Eisenbahnen einen einmaligen Beg von 60 Mill. Fr angefordert.

Unter der Fülle der im Laufe des Monats Februar von den Bezungstruppen und der Rheinlandkommission erlassenen Verordngen ist vor allem zu erwähnen, daß General Degoutte am Februar die Ausfuhr von Koks und Kohle aus dem besetzten Ruhrbiet in das unbesetzte Deutschland verboten hat. Ferner hat die einlandkommission am 12. Februar die Ausfuhr aller Waren aus n besetzten nach dem unbesetzten Deutschland ohne besondere sfuhrgenehmigung untersagt. Dabei soll für eine Reihe von Waren, a. Mineralbrennstoffe, Nebenerzeugnisse der Kohlendestillation, Gußen, Stahl, Blech, Metallbauteile, Maschinen, elektrische Werkzeuge l Apparate, Zement, chemische Düngemittel und Farbstoffe, die sfuhrbewilligung nur ganz ausnahmsweise erteilt werden. Außerdem für jede Ausfuhrbewilligung ein Zoll von 10 vH des Ausfuhrwertes entrichten. Die deutsche Regierung hat gegen diese Verordnungen ürlich vergeblich Einspruch erhoben. Dagegen werden alle Verungen der Reichsregierung, insbesondere die Verbote, Lieferungen l Zahlungen an die Besatzungsbehörden zu leisten, von allen Staats-, Gemeindebeamten, von Arbeitgebern und Arbeitnehmern, kurz von gesamten Bevölkerung des Ruhrgebietes trotz aller Gewaltmaßmen der feindlichen Truppen, trotz täglich neuer Verhaftungen, Geznis- und Geldstrafen sowie Ausweisungen unbedingt befolgt. Als entlicher Gesichtspunkt in dem Abwehrkampf ist das Abkommen zu ähnen, das die Interessengemeinschaft aller rheinischen Arbeitgeberbände mit den Gewerkschaften aller Richtungen und dem Afa-Bund ächst für das alte besetzte Gebiet abgeschlossen hat. Durch dieses kommen wird die Entlöhnung der Arbeiter und Angestellten unter n Umständen sichergestellt, indem einem Werk, welches die Lohnler nicht aufzubringen vermag, aus der Rhein- und Ruhrhilfe unter antwortung der Arbeitgeberverbände die entsprechenden Mittel zuiesen werden. Gegebenenfalls wird dieser Vertrag auf das neuetzte Gebiet ausgedehnt werden.

Wie im besetzten und unbesetzten Deutschland der Widerstand en die feindliche Gewalt unverändert anhält, sich sogar noch verkt, so mehren sich erfreulicherweise auch im Ausland die amen derer, die das französisch-belgische Vorgehen verurteilen. Mit m Eingreifen der andern Staaten ist dagegen auf absehbare Zeit noch nicht zu rechnen. So hat das englische Unterhaus, in dem Vertretern aller Parteien einschließlich des Ministerpräsidenten Besetzung des Ruhrgebietes als Unrecht gegenüber Deutschland der Weltwirtschaft gebrandmarkt worden ist, gleichwohl — wenn gegen eine nicht unbeträchtliche Minderheit — die Haltung der ierung gebilligt, die vorläufig eine Vermittlung als unmöglich behnet. Ebenso hat die Regierung der Vereinigten Staaten erklärt, sie keinerlei Schritte in dieser Angelegenheit unternehmen werde, nge nicht alle in Frage kommenden Länder dies ausdrücklich schen. Auch eine Vermittlung des Völkerbundes, die insbesondere einzelnen neutralen Staaten sowie von der englischen Arbeiterpartei ordert wird, ist vorerst unmöglich, da die französische Regierung gegen Eingreifen des Völkerbundes entschieden Widerspruch erhoben hat.

Die Kohlenversorgung. Obwohl seit Anfang Februar eine eferung des unbesetzten deutschen Gebietes mit Ruhrkohle it mehr möglich gewesen ist — 60 Kohlenzüge konnten allerdings z des französischen Verbotes und trotz der Bahnsperre von den schen Eisenbahnern noch befördert werden —, sind bis auf die n vorigen Bericht erwähnten Einschränkungen im Personenverkehr Reichsbahn[1]) alle Betriebe in vollem Umfang aufrecht erhalten len. Dies ist einerseits der Tatsache zu verdanken, daß die Werke lge der besonders reichlichen Zufuhr von Kohle aus dem Ruhret während des Monats Januar zurzeit sehr gut versorgt sind, er der wesentlich gesteigerten Förderung an Braunkohle, die enwärtig 12 Mill. t monatlich gegenüber monatlich etwa 7,27 Mill. t n Jahre 1913 beträgt. Die monatliche Briketterzeugung ist von , Mill. t vor dem Kriege auf 2,5 Mill. t Anfang dieses Jahres geten. Dabei ist es von besonderer Bedeutung, daß nur etwa 5 vH Verbrauches an Rohbraunkohle und etwa 12 vH des Verbrauches Braunkohlenbriketts im unbesetzten Deutschland bisher aus dem tzten rheinischen Braunkohlengebiet geliefert wurden. Schließlich len von den Werken des unbesetzten Deutschlands recht beträcht- Kohlenmengen aus dem Ausland bezogen. Allein die Einfuhr nglischer Kohle wird für den Monat Februar auf rd. 1,2 Mill. t nüber 0,6 Mill. t im Januar geschätzt. Für den Monat März wird mit einer Einfuhr von mindestens 1,5 Mill. t gerechnet. Infolge der Besserung des Markwertes wird der Bezug englischer Kohle trotz der in den letzten Wochen erfolgten Verteuerung der englischen Ausfuhrkohle wesentlich erleichtert. Diese Verteuerung hängt mit der außerordentlich gesteigerten Nachfrage nicht nur seitens Deutschlands, sondern vor allem auch seitens der französischen, italienischen, skandinavischen und amerikanischen Industrie zusammen. Letztere ist augenblicklich aus Furcht vor einem neuen Bergarbeiterausstand in den Vereinigten Staaten bemüht, möglichst große Kohlenmengen auf Lager zu nehmen. Unter diesen Umständen sind die englischen Bergwerke, deren Förderung in der letzten Zeit erheblich gestiegen ist, für die nächsten Wochen im wesentlichen ausverkauft, so daß die Bergwerkbesitzer die Wiedereinführung des Achtstundentages an Stelle der augenblicklich geltenden siebenstündigen Schicht planen. Auch aus der Tschechoslowakei sucht Deutschland größere Kohlen- und Koksmengen einzuführen, zumal diese, allerdings bei etwas geringerer Güte, billiger sind als die englische Kohle. Die Ostrauer Kokswerke sollen bereits völlig ausverkauft sein, so daß größere Aufträge zurzeit nicht mehr entgegengenommen werden und die Inbetriebsetzung weiterer Koksöfen zwecks Steigerung der Erzeugung beabsichtigt ist.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen in Deutschland nimmt in Frankreich der Kohlen- und Koksmangel immer bedenklichere Formen an, da die früheren reichlichen Zufuhren aus Deutschland fehlen. Nach Angaben Poincarés vor dem Kammerausschuß für auswärtige Angelegenheiten sind von Anfang Januar bis zum 20. Februar nur 1026 Eisenbahnwagen mit Ruhrkohle nach Frankreich und Belgien abgerollt worden. Unter diesen Umständen ist auch Frankreich zur Einfuhr von ausländischer Kohle und Koks genötigt; vor allem werden größere Koksmengen aus der Tschechoslowakei bezogen, die sich infolge der hohen Beförderungskosten natürlich sehr teuer stellen. Daraufhin sind auch die Preise für französischen Koks wesentlich gestiegen, und zwar von 125 Fr/t Anfang Januar, d. h. vor der Besetzung des Ruhrgebietes, und fast 400 Fr/t Mitte Februar.

Die Eisenversorgung. Wie mit Kohle, so ist die Industrie des unbesetzten Deutschlands auch mit Eisenerz aus Lagerbeständen für mehrere Wochen versorgt. Gleichzeitig sind die Werke bemüht, sich aus dem Ausland Erze und Roheisen zu beschaffen. So sind zwischen deutschen und schwedischen Werken langjährige Verträge auf Lieferung von jährlich 5 Mill. t schwedischer Eisenerze abgeschlossen worden. Die Witkowitzer Eisenwerke in der Tschechoslowakei, die seit Monaten stillgestanden haben, sind neuerdings mit Aufträgen für Deutschland voll beschäftigt. Da auch andere Länder, vor allem in Übersee, in letzter Zeit umfangreiche Bestellungen nach der Tschechoslowakei vergeben haben, ist die Krise, unter der die tschechoslowakische Eisenindustrie seit längerer Zeit litt, in den jüngsten Wochen von einem überaus lebhaften Geschäftsgang abgelöst worden. Im Gegensatz hierzu sieht sich die französische Eisenindustrie infolge des Koksmangels zu erheblichen Betriebseinschränkungen genötigt. Während von den in Lothringen vorhandenen 70 Hochöfen am 1. Januar 40 unter Feuer standen, waren am 1. Februar nur noch 22 Hochöfen in Tätigkeit. Von den 221 Hochöfen, die Frankreich im ganzen besitzt, sind Anfang Januar 116 in Betrieb gewesen; bis Mitte Februar mußten etwa weitere 50 stillgelegt werden. Da der Rest nur noch gedämpft arbeitet, sind zahlreiche Arbeiterentlassungen notwendig geworden.

Die deutsche Valuta. Am 31. Januar hatte der Dollar an der Berliner Börse mit einer amtlichen Notierung von 49 000 M und einer Bewertung von über 50 000 M im freien Verkehr seinen bisher höchsten Stand erreicht; am gleichen Tage trat unerwartet an der New Yorker Börse eine Abschwächung des Dollars auf rd. 38 500 M ein. Diese Besserung des Markwertes hielt bis zum 16. Februar an; an diesem Tage wurde der Dollar an der Berliner Börse mit 18 900 M notiert, einem Wert, der etwa der Notierung am gleichen Tage des Monats Januar entsprach. In den nächsten Tagen trat erneut eine leichte Senkung des Markwertes ein, der sich dann bis zum Monatsende auf rd. 22 700 M hielt. Die Höherbewertung der Mark war in gewissem Umfang auf erhebliche Markkäufe zurückzuführen, welche die französische Regierung im Ausland zur Bestreitung der Kosten für die Besetzung des Ruhrgebietes vornehmen muß. Der Bedarf hierfür wurde Mitte Februar von französischer Seite auf etwa 15 Milliarden Papiermark monatlich geschätzt. Vor allem aber wurde die Besserung des Markwertes dadurch erzielt, daß die Reichsbank größere Devisenbeträge auf den Markt warf, die sie infolge des mehrmonatigen Zahlungsaufschubes aus den Ablieferungen der Ausfuhrdevisen

Bewertung der Mark in vH des Pariwertes bei Auslandwechseln
vH 0,07 0,06 0,05 0,04 0,03 0,02 0,01 0
5 10 15 20 25 31 5 10 15 20 25 31 5 10 15 20 25
New York London Zürich
1922: Dezember 1923: Jan. Februar

[1]) Z. 1923, S. 140.

der letzten Monate hatte aufspeichern können. Dagegen scheint die vielfach verbreitete Ansicht, daß der Reichsbank aus England größere Pfundkredite zur Hebung des Markwertes zur Verfügung gestellt worden sind, nicht den Tatsachen zu entsprechen.

Die Bewertung des französischen Franks, der gegenüber der Mark wesentlich gesunken ist — die Notierung für 1 Frank lautete an der Berliner Börse am 31. Januar 2885 ℳ, am 16. Februar 1147 ℳ (niedrigster Stand) und am 28. Februar 1380 ℳ — ist auf dem Weltmarkt seit Ende Januar mit geringen Schwankungen ziemlich unverändert geblieben. So wurden an der Züricher Börse für 100 französische Fr am 31. Januar 32,40, am 19. Februar 31,80 (niedrigster Stand) und am 28. Februar abermals 32,40 Schweizer Fr gezahlt. An der Pariser Börse wurde der Dollar am 31. Januar mit 16,89, am 7. Februar mit 15,97 und am 28. Februar mit 16,39 französischen Fr notiert.

Der Wert der österreichischen Krone ist gegenüber den Edelvaluten auch im Monat Februar unverändert geblieben; so werden an der Londoner Börse seit längerer Zeit für 1 £ rd. 330 000 österreichische Kr gezahlt. Gegenüber der Mark ist die Krone wieder stark im Wert zurückgegangen. 100 österreichische Kr wurden an der Berliner Börse am 31. Januar mit 66,30, am 16. Februar mit nur 26,43 (niedrigster Stand) und am 28. Februar mit 31,85 ℳ notiert. Eine ähnliche Entwicklung hat die polnische Mark aufzuweisen, die gegenüber den Edelvaluten ziemlich unverändert geblieben ist, gegenüber der Mark dagegen eine wesentliche Abschwächung erfahren hat. In London wurden für 1 £ durchschnittlich 160 000 polnische Mark gezahlt, während in Berlin 100 polnische Mark am 31. Januar 120 deutsche Mark, am 28. Februar dagegen nur noch rd. 50 deutsche Mark kosteten.

Die Stabilisierung der Mark.

Nachdem die von der Reichsbank mit zunächst geringfügigen Mitteln durchgeführte Stützung der Mark gezeigt hat, daß trotz der durch die Ruhrbesetzung geschaffenen schwierigen Wirtschaftslage eine Besserung bzw. eine Art Stabilisierung der Mark auch ohne Hilfe des Auslandes erreicht werden kann, ist die Reichsregierung zur Zeit bemüht, weitere Maßnahmen in dieser Richtung zu treffen. Die Regierung geht dabei einmal von der Erkenntnis aus, daß die seit langem geplante Stabilisierung der Mark durch ein internationales Finanzkonsortium und eine große ausländische Anleihe unter den heutigen Umständen auf absehbare Zeit undurchführbar ist; anderseits ist der Wunsch maßgebend, den von Deutschland gegenüber französisch-belgischen Gewaltmaßnahmen geleisteten Widerstand nicht durch übermäßige Steigerung aller Warenpreise und durch Lohnkämpfe zu schwächen und zu gefährden, wie sie die weitere Entwertung der Mark mit Naturnotwendigkeit zur Folge haben würde. In Besprechungen, die zwischen dem Reichsfinanzministerium und Vertretern der führenden deutschen Banken stattgefunden haben, ist ein Einverständnis über die Begebung einer Anleihe von 200 Mill. Goldmark Schatzanweisungen erzielt worden. Eine Bankengemeinschaft wird 50 Mill. $ in Schatzanweisungen mit dreijähriger Laufzeit, die von der Reichsbank garantiert werden, zur öffentlichen Zeichnung gegen Einzahlung von Devisen und ausländischen Noten auflegen, und zwar übernehmen die Banken eine Hälfte der Anleihe fest, die andere Hälfte in Kommission. Die Schatzanweisungen, die auf den Inhaber lauten, werden in Stücken bis zu 5 $ herab ausgegeben werden. Da die Stücke von den Darlehnskassen beliehen werden, erhält, wie es in der amtlichen Bekanntmachung heißt, „das Publikum die Gelegenheit einer Devisenanlage, die jederzeit zu niedrigem Zinssatz beleihbar ist, während auf der anderen Seite die Mittel des Reiches und der Reichsbank zur Beeinflussung der Devisenkurse auf lange Frist hinaus gestärkt werden." Weitere Einzelheiten, insbesondere die Höhe des Zinsfußes, für den etwa 6 vH vorgesehen sind, sollen von einem Unterausschuß schnellstens festgelegt werden, damit die Anleihe in kürzester Zeit aufgelegt werden kann. Gegenüber Originaldevisen, welche gar nicht oder nur zu einem übermäßig hohen Zinssatz beliehen werden, bieten die neuen Goldschatzanweisungen für den Zeichner den Vorteil, daß er für diese Schatzanweisungen zu niedrigem Zinssatz Markkredite für seinen inländischen Geschäftsbetrieb erhalten kann, und zwar ohne dadurch seine wertbeständige Anleihe zu verlieren.

Auch der Wirtschaftspolitische und der Finanzpolitische Ausschuß des Vorläufigen Reichswirtschaftsrats haben sich mit der Durchführung von Maßnahmen zur Stabilisierung der Mark beschäftigt und der Reichsregierung in einer gemeinsam gefaßten Entschließung eine Reihe von Maßnahmen empfohlen. Die nachstehenden Vorschläge wurden von den beiden Ausschüssen mit sehr großer Mehrheit bzw. einstimmig angenommen: „Interventionstätigkeit der Reichsbank auf den ausländischen Börsenplätzen, Bemühung um ausländische Kredite, Abdämmung der Devisenspekulation und Devisenhamsterei, beschleunigte Einziehung der bestehenden Steuern, beschleunigte Abführung des Lohnabzuges und der Umsatzsteuer." Andere Maßnahmen, u. a. „Prüfung und energische Restriktion der von der Wirtschaft angeforderten Reichsbankkredite, Schaffung eines ausreichenden Devisenfonds auf Grundlage des Reichsbankgoldes zur Befriedigung des unumgänglichen Einfuhrbedarfes der Wirtschaft, Beschränkung des freien Devisen- und Notenhandels, Eröffnung von Goldkrediten bei der Reichsbank gegen Einzahlung von Devisen und Auflegung einer inneren wertbeständigen Anleihe" wurden dagegen mit wechselnden Mehrheiten beschlossen, so daß die Gesamtentschließung mit nur 19 gegen 15 Stimmen angenommen wurde.

Die Preisbewegung. Während in den Vormonaten die Entwertung der Mark von einer entsprechenden Steigerung aller Warenpreise begleitet war, hat die Besserung des Markwertes im Februar keineswegs den allgemein erhofften Preisabbau gebracht. Nur einige wenige Waren, nämlich Einfuhrerzeugnisse, die in besonders hohem Maße von dem Valutastand abhängig sind (Eisen, Fette), haben i Preise nachgelassen, während alle übrigen Preise, vor allem in d ersten Monatshälfte, in Nachwirkung des katastrophalen Marksturz der letzten Januartage zum Teil recht erheblich gestiegen sind. A Grund der Erbitterung, welche hierdurch in weiten Kreisen der B völkerung wachgerufen wurde, hat der Reichswirtschaft minister in einem ausführlichen Rundschreiben an die Spitzenv bände der Industrie, des Handels, des Handwerks und der Konsu genossenschaften nachdrücklich betont, daß ebenso, wie der Verkäuf bisher die in der Zeit zwischen Einkauf und Verkauf der Ware ei getretene Geldentwertung in vollem Umfang berücksichtigt hat, au sobald „die Kurse der ausländischen Zahlungsmittel sinken, die Gel entwertung also zurückgeht, die bereits hereingenommenen Waren d jeweiligen amtlichen Tageskurs der ausländischen Währung angepa werden müssen". In dem Schreiben wird weiter darauf hingewiese daß „die Bevölkerung vielleicht nicht mit Unrecht vermutet, daß dur Zurückhaltung der Ware vom Markt in der Hoffnung einer späte Veräußerung mit größerem Nutzen sowie durch Preisvereinbarung das Preisniveau künstlich hochgehalten wird". Der Reichswirtschaf minister verlangt deshalb, daß Hersteller und Händler die War preise schnellstens dem fallenden Kurs anpassen. In einem weite Schreiben werden die Landesregierungen aufgefordert, die Preisbildu mit Aufmerksamkeit zu beobachten und gegebenenfalls auf Grund Preistreibereiverordnung vom 8. Mai 1918 in schärfster Weise vorzugeh

Im einzelnen ist nachstehendes zu berichten: Die Postgebü ren werden gegenüber den seit dem 15. Januar geltenden Sätzen 1. März abermals um 100 vH erhöht, da sich bei den jetzigen bühren für das Jahr 1923 einen Fehlbetrag von rd. 500 Milliarden ℳ geben würde. Auch die Reichsbahn hat eine Erhöhung der Ta um 100 vH vorgenommen, und zwar für Gütertarife am 15. Februar, Personentarife zum 1. März. Gehälter und Löhne mußten glei falls wesentlich gesteigert werden. Auch hier waren durchschnittl Erhöhungen um 100 vH zu verzeichnen. Der Umfang der Geldentwert geht ferner daraus hervor, daß die Steuerermäßigungen bei der Lo steuer, die erst Ende Dezember neu festgesetzt worden sind, ber vom 1. März ab vervierfacht werden.

Der Preis für Ruhrförderfettkohle, der trotz der setzung des Ruhrgebietes für die Berechnung der Preise der übri Kohlensorten maßgebend bleibt, wurde vom Reichskohlenverband Zustimmung der Arbeitnehmervertreter am 9. Februar von 68 411 einschließlich Kohlen- und Umsatzsteuer auf 123 356 ℳ/t einschließ Steuer erhöht und ist seitdem unverändert geblieben. In dem ne Preis ist eine Heraufsetzung der Siedlungsabgabe von 240 auf 600 und eine Steigerung des Durchschnittslohnes der Ruhrbergarbeiter 6010 ℳ enthalten. Für die übrigen Bezirke stellt sich die durchschn liche Lohnzulage auf nur 4410 ℳ, da die Ruhrbergarbeiter zurzeit sogenannte „Abwehrzulage' in Höhe von 1600 ℳ für jede Schicht kommen. Am gleichen Tage, an dem die Preiserhöhung für deuts Kohle eingetreten ist, stellte sich der Preis für gleichwertige englis Fettkohle frei Hamburg auf 237 000 ℳ/t.

Die Entwicklung der Eisenpreise, die zunächst eine wes liche Erhöhung, späterhin eine geringfügige Ermäßigung erfuhren, g aus nachstehenden Zahlenangaben hervor:

	24. bis 31. Januar ℳ/t	1. bis 7. Februar ℳ/t	8. bis 15. Februar ℳ/t	16. bis 23. Februar ℳ/t	24. b 28. Febr ℳ t
Hämatit . . .	384 900	736 300	779 100	775 800	678 [illegible]
	24. bis 30. Januar ℳ/t	31. Jan. bis 8. Febr. ℳ/t	9. bis 13. Februar ℳ/t	14. bis 20. Februar ℳ/t	v. 21. Febr an ℳ/t
Stabeisen . .	576 000	860 000	1 331 000	1 183 000	1 043 [illegible]

Die infolge der Erhöhung der Kohlenpreise, Löhne und vor a der Frachten eingetretene Steigerung der Betriebsunkosten der ge samten deutschen Kaliindustrie wurde bereits Mitte Januar a rd. 50 Milliarden ℳ und die demgemäß erforderliche Preiserhöhung Kali auf etwa 50 vH geschätzt. Mit Rücksicht auf die Aufr erhaltung des Absatzes wurde zunächst jedoch von einer Her setzung der Preise abgesehen. Dagegen setzte der Reichskalirat 30. Januar eine Erhöhung der Kaliinlandpreise um 150 vH gegen den seit dem 1. Dezember geltenden Preisen fest. Für alle zu fortiger Lieferung eingegangenen Aufträge, die bis zu dem genan Tage nicht zur Ausführung gebracht werden konnten, betrug die höhung nur 100 vH. In der gleichen Sitzung wurde der Preisauss des Reichskalirates ermächtigt, für den Fall, daß bis zum 15. die Preise, Frachten und Steuern für Kohle oder die Löhne und hälter erhöht werden, die Kalipreise in dem gleichen Umfang zu höhen, wie sich die Selbstkosten der Kaliindustrie steigern. entsprechend beschloß der Preisausschuß am 17. Februar einsti und mit Genehmigung des Reichswirtschaftsministeriums eine sofo Kraft tretende Erhöhung der Inlandpreise um 70 vH, wobei jedoc Aufträge, die bis zum 26. Februar beim Kalisyndikat eingehen, erhebliche Ermäßigungen, für Aufträge, die bis zum 5. März eing etwas geringere Ermäßigungen gewährt werden; allerdings ist die der für diese Rabatte in Betracht kommenden Lieferungen beschr

Die Ausstandbewegung. Abgesehen von den Pr ausständen im Ruhrgebiet waren in Deutschland im Monat Febr größere Ausstände nicht zu verzeichnen. Dagegen sind umfangr

Deutsche Konjunkturtafel.

Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. S. 47.

Verhältniswerte (Werte von 1913 = 1 gesetzt.)

Letzte Werte:		
Ruhr-Fettstückkohle vom 9. Februar an 163 165 ℳ/t	Kupfer . . . am 27. Februar 8 650 ℳ/kg
Stabeisen . . . . vom 21. Februar an 1 043 000 ℳ/t	Baumwolle . am 27. Februar 16 618 ℳ/kg
Hämatit . . . . . vom 24. Februar an 678 300 ℳ/t	Dollar . . . am 27. Februar 22 700 ℳ/$

Aktienkennzahl am 23. Februar 860 415.

A stände der Bergarbeiter im Saargebiet, in Lothringen, in den übrigen K lengebieten Frankreichs sowie in Belgien ausgebrochen. Dabei hand es sich nicht etwa um Sympathieausstände für die Bergarbeiter des R rgebietes; gleichwohl hängen die Ausstände mittelbar mit der Ruhrb tzung zusammen, indem die Arbeiter, deren Löhne bisher durch die d tschen Lieferungen gedrückt wurden, den Ausfall dieser Lieferungen a willkommene Gelegenheit benutzen, um erhebliche Lohnforderungen zu stellen, deren Erfüllung von den Zechenbesitzern zumeist abgelehnt w l. So sind im **Saargebiet** etwa 75 000 Bergarbeiter wegen n tbefriedigter Lohnforderungen am 6. Februar in den Ausstand getr en. Die als Druckmittel von mehreren Hütten, insbesondere von W ken, die mit französischem Kapital arbeiten, vorgenommenen A eiterentlassungen haben nicht zur Beilegung des Ausstandes, sondern le glich zu einer Eingabe der Metallarbeiterverbände an die Regieru gskommission geführt, in der Beschwerde dagegen erhoben wird, d. infolge des Widerstandes der Saarregierung noch immer keine gese liche Regelung der Arbeitlosenunterstützung erfolgt ist. Die Zahl de wegen Lohnstreitigkeiten streikenden Bergarbeiter in **Lothringe** n, die etwa gleichzeitig mit den Arbeitern des Saargebietes die A eit niedergelegt haben, wird auf etwa 100 000 Mann geschätzt. N erdings scheinen die Metallarbeiter und Eisenbahner in Lothringen ei m Sympathieausstand nicht abgeneigt zu sein. Über den Umfang der in den übrigen Kohlengebieten **Frankreichs** ausgebrochenen zahlreichen Teilausstände liegen einwandfreie Nachrichten nicht vor. Nach Angabe des französischen Ministeriums für öffentliche Arbeiten war Mitte Februar in einigen unwichtigeren Gebieten die Arbeitsruhe vollständig, in den mittleren Gebieten, Departement Loire und Chalons sur Saône streikten etwa 75 bis 80 vH, während in dem Hauptkohlenbecken des Pas de Calais und des Departement Nord nur etwa 20 bis 25 vH der Belegschaften sich an dem Austand beteiligten. Der von den kommunistischen Bergarbeiterorganisationen beschlossene Generalausstand aller französischen Bergarbeiter ist von den dem französischen Gewerkschaftsbund angeschlossenen Bergarbeiterverbänden abgelehnt worden. Mit Rücksicht auf die Gefahr, welche diese Ausstände für die Kohlenversorgung Frankreichs mit sich bringen, ist die französische Regierung bemüht, Zugeständnisse der Zechenbesitzer in der Lohnfrage herbeizuführen; zunächst ist von den Bergwerkverwaltungen in den zuletzt genannten Hauptgebieten allen Bergarbeitern über 16 Jahren für die Zeit vom 1. bis 15. Februar eine Erhöhung des Schichtlohnes um 2 Fr und für die zweite Monatshälfte um 3,5 Fr angeboten worden. In Borinage, dem größten **belgischen** Kohlengebiet, sind Mitte Februar etwa 15 000 Bergarbeiter in den Ausstand getreten, weil sie eine Lohnerhöhung um 25 vH gefordert hatten und die Verwaltungen eine Erhöhung von nur 5 vH bewilligen wollten. [W 180]

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 20

Die Werkzeugstähle und ihre Wärmebehandlung. Berechtigte deutsche Bearbeitung der Schrift „The heat treatment of tool steel" von Harry Brearley, Sheffield. Von Dr.-Ing. Rudolf Schäfer. Dritte, verbesserte Auflage. Berlin 1922, Julius Springer. 324 S. mit 226 Textabbildungen.

Im Jahre 1913 hat es Dr.-Ing. Schäfer unternommen, die vorzügliche englische Schrift von Brearley über die Wärmebehandlung des Werkzeugstahles ins Deutsche zu übertragen. Er war hierbei mit Erfolg bestrebt, die klare und kurze Darstellungsweise der englischen Ausgabe, wo es für das Verständnis nötig war, zu ergänzen, um den Zweck des Buches, die Kenntnis der wichtigsten wissenschaftlichen Tatsachen und Erfahrungen, die für das Verständnis des Verhaltens des Stahles erforderlich sind, in den Kreisen der Interessenten zu verbreiten.

Von dem kleinen Werk liegt nunmehr die dritte Auflage vor. Wenn der Verfasser im Vorwort der ersten Auflage darauf hingewiesen hat, daß es sich nicht um eine wortgetreue Übertragung des englischen Textes handelt, sondern daß bei der Abfassung des Buches die Ergebnisse eigener Untersuchungen und Beobachtungen und weiterhin die entsprechende deutsche Literatur verwendet worden ist, so kann der Berichterstatter heute an Hand der dritten Auflage feststellen, daß das Buch nur noch dem Namen nach mit dem berühmten englischen Verfasser zusammenhängt, seinem Inhalt nach jedoch den Stempel eigener Geistesarbeit trägt. Die neue Auflage ist gegenüber der vorhergehenden zweiten etwas erweitert. Sie gliedert sich in elf Abschnitte. Die Einsatzhärtung wurde ganz gestrichen; der Grund, der hierfür angegeben ist, erscheint dem Berichterstatter nicht stichhaltig. Jeder Benutzer des Buches wird das Fehlen dieses Abschnittes als Lücke empfinden. Die beiden Abschnitte über legierte Werkzeugstähle sowie über Härtanlagen sind besonders ausgebaut worden. Die Darstellung des Buches ist klar und leicht faßlich, gut gewählte Beispiele unterstützen das Verständnis. Ein ganz besonderer Vorzug besteht darin, daß die wissenschaftlichen Erläuterungen in einer geschickt gewählten Form unter Vermeidung jeder Weitläufigkeit dem Praktiker verständlich gemacht sind.

Die Ausstattung des Buches ist, was in Anbetracht der heutigen Verhältnisse betont werden muß, ganz hervorragend. Das äußere Gewand ist dem Inhalt des Buches durchaus angepaßt. [B 1528]

Düsseldorf. F. Wüst.

Die Höhere Mathematik, eine gemeinverständliche Darstellung der Elemente. Von H. Schlüter. 2. Aufl. Berlin 1922, Hermann Meußer. 51 S. mit 30 Abb. Preis Gz. 2.

Die Grundbegriffe der höheren Mathematik sind in einer Weise dargestellt, die sich nur an das Vorstellungsvermögen wendet, ohne weitere mathematische Herleitung zu benutzen. Für ein Lehrbuch zu knapp, ist die Darstellung vorzüglich für ein Nachschlagebuch für den mit der Rechnung Vertrauten verwendbar.

Vom Relativen zum Absoluten. 1. Teil: **Das Ätherrätsel und seine Lösung.** Von E. Maag und Dr. K. Reihling. Stuttgart 1921, E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung (Erwin Nägele). 44 S.

Der Äther, der sich zur Erklärung der Ausbreitung des Lichtes und der Kraftwirkung zwischen den Gestirnen als unumgänglich notwendig erwiesen hatte, der später zeitweise als unzulänglich wieder verworfen wurde, wird hier zum sicheren Eckstein der ganzen Physik gemacht. Die Bausteine der die Welt bildenden Masse, das Elektron und der Wasserstoff-Atomkern, aus denen sich die Elemente aufbauen, sind danach zusammen mit dem Äther, mit dem sie in ständigem Energieaustausch stehen, drei verschiedene Verdichtungszustände desselben, den Weltbaustoff bildenden Energiestoffes. Der vorliegende erste Teil des Werkes behandelt in wissenschaftlich ernster, dabei doch allgemein verständlicher eindringlicher Darstellung die Licht- und Energieverteilung auf Grund der durch sie bedingten Äthervorstellung, so daß man auf die weiteren beiden Teile, die, auf diesen Grundgedanken weiter bauend, eine kosmische Entwicklungsgeschichte und nach der philosophischen Seite hin eine umfassende Weltanschauung, einen Schluß auf das Wesen und den Sinn des Weltgesetzes bringen sollen, gespannt sein darf.

Die Methoden der organischen Chemie (Weyls Methoden). Von Prof. Dr. J. Houben. 2. Bd. 2. Aufl. Leipzig 1923, Georg Thieme. 1115 S. mit 42 Abb. und 2 Tafeln. Preis Gz. 19, geb. 24.

Einführung in die allgemeine und anorganische Chemie auf elementarer Grundlage. Von Prof. Dr. A. Smith. Deutsch von Dr. E. Stern. 5. Aufl., bearbeitet von Dr.-Ing. J. d'Ans. Karlsruhe i. B. 1922, G. Braunsche Hofbuchdruckerei. 729 S. mit 117 Abb. Preis geb. Gz. 9.

Handbibliothek für Bauingenieure. Von R. Otzen. IV. Teil: Brückenund Ingenieurhochbau. 1. Bd.: **Statik.** Von W. Kaufmann. Berlin 1923, Julius Springer. 352 S. mit 385 Abb. Preis geb. Gz. 8,4.

Nicht ein alle Aufgaben der Statik und alle Lösungsverfahren erschöpfendes Lehrbuch sollte geschaffen werden, sondern ein Wegweiser, der dem Studierenden und dem praktischen Ingenieur Anhaltspunkte liefert und über die Grundlagen der Theorie Aufschluß gibt. Die elementaren Gesetze der Statik wurden als bekannt vorausgesetzt.

Die Methoden der Festpunkte zur Berechnung der statisch unbestimmten Konstruktionen. Von Dr.-Ing. E. Suter. Berlin 1923, Julius Springer. 734 S. mit 591 Abb. und 15 Tafeln. Preis Gz. 19, geb. 21.

Der Eisenbetonbau, seine Theorie und Anwendung. Von Prof. Dr.-I e. h. E. Mörsch. 5. Aufl. 1. Bd. 2. Hälfte. Stuttgart 1922, Kon Wittwer. 460 S. mit 527 Abb.

Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Ste kohlenbergbaues. Von Prof. Dr.-Ing. e. h. F. Heise und P Dr.-Ing. e. h. F. Herbst. 2. Bd. 3. und 4. Aufl. Berlin 1 Julius Springer. 662 S. mit 695 Abb. Preis geb. Gz. 11.

Mechanische Technologie der Metalle. Von Prof. Dipl.-Ing. H. Mey 3. Aufl. Leipzig 1923, Dr. Max Jänecke. 298 S. mit 354 Abb.

Das Buch ist, wie viele andere brauchbare Bücher dieser Art dem Gebiet der mechanischen Technologie, als erste Einführung in Stoff gedacht. Dem in der Praxis stehenden Fachmann können di Einführungen natürlich nicht viel Neues sagen. Das Buch behand die für den Maschinenbau wichtigen Metalle (hauptsächlich Eisen) auf einigen wenigen Seiten auch die übrigen „technisch wichtig Metalle. Wenn der Verfasser hier u. a. erfreulicherweise auf die neue Aluminiumlegierungen eingeht, so wird er ebenso wie die „Einführung anderer Verfasser bei weitem noch nicht der Bedeutung gerecht, namentlich das Aluminium neuerdings für uns gewonnen hat. Schüler unserer mittleren Lehranstalten auch hierauf rechtzeitig eindringlich hinzuweisen, wäre eine Aufgabe, der sich die Einführun in die mechanische Technologie in Zukunft nicht entziehen sollten.

Technologie der Spinnerei. Von Reg.-Rat J. Zipser und Prof. Ch. Marschik. 3. Aufl. Wien und Leipzig 1922, Franz Deutic 140 S. mit 103 Abb. Preis Gz. 7,5.

Die Papier-Prägetechnik. Von W. Heß. Mit einem Anhang V. Langnickel. 2. Aufl. Berlin 1923, M. Krayn. 226 S. 55 Abb. und Tafeln. Preis Gz. 5, geb. 6,5.

Der praktische Gasfachmann. Von Obering. E. Othmer. 2. A München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 104 S. mit 48 A Preis Gz. 2.

Das säurebeständige Email und seine industrielle Anwendung im Apparatebau. Von B. Liebing. Berlin 1923, Julius Springer. 99 mit 33 Abb. Preis Gz. 2,6, geb. 3,8.

Die Maschinenelemente. Von Prof. Dr.-Ing. K. Laudien. 3. A 2. Bd. Leipzig 1923, Dr. Max Jänecke. 375 S. mit 600 Abb.

Riemen-, Seil- und Kettentrieb; Elemente zum Heben von Las zum Umsetzen von Bewegungen; zur Aufnahme und Fortleitung Flüssigkeiten; s. a. Z. 1920 S. 947; 1922 S. 861.

Kolben- und Turbo-Kompressoren, Theorie und Konstruktion. Von P Dipl.-Ing. P. Ostertag. 3. Aufl. Berlin 1923, Julius Sprin 302 Seiten mit 358 Abb. Preis geb. Gz. 20.

Die dritte Auflage ist gegen die früheren, s. Z. 1912 S. 107 1920 S. 801, um die Erweiterungen und Verbesserungen vermehrt, die Fortschritte der letzten Jahre auch auf diesem Gebiete bed haben. An Einzelheiten sind zu nennen die theoretische Ausgestalt der Kolbenkompressoren sowie die eingehende Darstellung der H druckkompressoren zur Herstellung flüssiger Luft. Die Ausführu über Turbokompressoren sind bedeutend erweitert und durch ne Bauarten erläutert.

Autogenes Schweißen und Schneiden (Schmelzschweißen und Br schneiden). Von Dipl.-Ing. P. Zemke. Leipzig 1923, Oskar Lei 269 S. mit 149 Abb. Preis Gz. 4.

Der Katechismus für die Ankerwickelei. Leitfaden für die Herstellung Ankerwicklungen an Gleich- und Drehstrommotoren. Von F. Rask 2. Aufl. Berlin 1922, Hermann Meußer. 141 Seiten mit 68 Abb. Gz. geb. 6.

Bibliothek der gesamten Technik Bd. 289: **Geldschrank- und Stahlk merbau.** Mit einem Anhang: **Eisenbetonschränke.** Von Prof. J. Ho 2. Aufl. von „Der Geldschrankbau". Leipzig 1923, Dr. Max Jäne 227 S. mit 304 Abb.

Selbsttätige elektrische Feuer- und Einbruchsmelder. Von C. W. K latz. Berlin 1922, Georg Siemens. 110 S. mit 64 S.

Die Elektrizität im Eisenbahnbetriebe. Von Ing. K. Becker. 2. Berlin 1923, Albert Nauck. 152 S. mit 144 Abb.

Torfwerke, Gewinnung, Veredelung und Nutzung des Brenntorfes u besonderer Berücksichtigung der Torfkraftwerke. Von F. Bar 2. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 320 S. mit 317 Abb. 5 Tafeln. Preis Gz. 8, geb. 9,5.

Die Abschätzung des Wertes industrieller Unternehmungen Von F. Moral. 2. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 160 S. Gz. 4, geb. 5.

Elemente der Betriebswissenschaft. Von Baurat O. Müller. B 1923, Carl Heymann. 39 S. mit Abb. Preis Gz. 1.

Grundlagen der Betriebsrechnung in Maschinenbauanstalten. H. Peiser. 2. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 215 S. mit 5 Preis Gz. 5,6, geb. 7.

Gegen die erste Auflage, s. Z. 1920 S. 539, ist in der vorlieg eine wesentlich breitere, ausführlichere Form der Darstellung gew Ferner haben die in den letzten Jahren besonders schwierig gewor Bewertungsfragen eingehende Berücksichtigung gefunden. Der bei sprechung der ersten Auflage besonders rühmend hervorgehobene bau des Werkes ist der gleiche geblieben.

Bodes Westentaschenbuch für Ingenieure. Von Prof. Dipl.-Ing. S. Jakobi und Dipl.-Ing. E. Lieberich. Essen 1923, G. D. deker. 420 S. Preis geb. Gz. 5.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 11 | SONNABEND, 17. MÄRZ 1923 | BD. 67

Wärmetechnik.

INHALT:

Über Kompressionsverdampfung[1]).

Von Prof. Dr.-Ing. W. Gensecke, Frankfurt a. M.

Die Wahl des Eindampfverfahrens richtet sich mehr nach den allgemeinen wärmewirtschaftlichen Verhältnissen eines Betriebes als nach der Wirtschaftlichkeit des Eindampfverfahrens selbst. Kompressionsverdampfung kommt insbesondere dort in Betracht, wo bestimmte Eindampftemperaturen eingehalten werden müssen. Bei der Brüdenverdichtung hat man zwischen Turbokompressor und Strahlkompressor zu wählen, Kolbenkompressoren kommen weniger in Frage.

Wärmewirtschaft bei Eindampfprozessen.

Über die Anwendung von Dampfkompression beim Einmpfen[2]) hat man in der letzten Zeit ziemlich viel geschrieben d gesprochen, so daß man das Arbeitsverfahren wohl als beınnt voraussetzen kann. Die wichtigste Erkenntnis dabei ist, ıß der Kompressor keineswegs den Zweck hat, die für die Verımpfung erforderliche Wärme zu erzeugen, sondern nur den, ne praktisch ausreichende Wärmemenge auf eine höhere Temratur zu bringen; daher die durchaus treffende Bezeichnung Wärmepumpe". Daß man beim Eindampfen eine gegebene ärmemenge immer wieder verwenden kann, zeigt der Mehrchverdampfer.

Die Frage, ob der Betrieb mit Wärmepumpe, im folgenden ompressionsverdampfung genannt, grundsätzlich den üblichen ehrfachverdampfern wärmewirtschaftlich überlegen ist, läßt sich lgemein beantworten, wenn man, was für deutsche Verhältsse fast stets gilt, voraussetzt, daß die Energie für den Komessor durch Dampfkraft, d. h. durch Verbrauch von Brennoffen, erzeugt werden muß. Die Antwort muß dann lauten: e Vielfachverdampfer sind theoretisch besser. Die Übertrang einer bestimmten Wärmemenge in einem Oberflächenvermpfer setzt nämlich, wenn Wärmedurchgangzahl und Heizche gegeben sind, ein bestimmtes Temperaturgefälle voraus, das oretisch dasselbe ist, nach welchem Eindampfverfahren immer arbeitet wird. Ist die gewählte Anlage wärmedicht, sieht man so von allen Verlusten durch Wärmestrahlung ab, und sind r die zu übertragende Wärmemenge z. B. 10° Temperaturgelle nötig, so kann man leicht angeben, eine wie vielfache Vermpfung 1 kg der eingeleiteten Heizdampfmenge bewirken kann, nn das gesamte Temperaturgefälle bekannt ist, das für den Vorng zur Verfügung steht. Dieses wird durch die Sättigungsnperatur des Kesseldampfes und durch die Kondensationstemratur, also die Kühlverhältnisse des Kondensators bestimmt, an n der letzte Verdampfer angeschlossen ist. Beträgt der Kesseluck 16 at abs. und die zugehörige Sättigungstemperatur 200°, Luftleere im Kondensator 92,5 vH und die zugehörige Konnsationstemperatur 40°, so beträgt das gesamte nutzbare Temraturgefälle 160°, und man kann bei 10° Temperaturgefälle in lem Verdampfer eine 16fache Verdampfung erzielen, d. h. mit kg Heizdampf 16 kg Wasser eindampfen. Die Anlage arbeitet nn mit 16 hintereinander geschalteten Verdampfern. Die hier mittelte Beziehung ist gut angenähert. Bei genauer Rechnung ißte man die Abhängigkeit des Wärmeinhalts von der Temratur berücksichtigen.

Bei einer Kompressions-Verdampfanlage, die unter den gleien Bedingungen arbeitet, haben die Heizflächen aller 16 Verdampfer gleiche Temperatur; man kann sie sich in einem einzigen großen Heizkörper vereinigt denken. Das Temperaturgefälle von 10° wird durch die Wärmepumpe geschaffen, und Dampfbedarf ist nur für den Antrieb des Kompressors erforderlich. Arbeiteten der Kompressor und die Antriebmaschine verlustlos, so könnte, man 1 kg Dampf des Kompressors mit rd. 1 kg Dampf der Antriebmaschine fördern, wenn der Antriebmaschine 10° Temperaturgefälle, also ebensoviel wie dem Kompressor, zur Verfügung ständen. Da aber die Antriebmaschine über das gleiche Gefälle wie der Vielfachverdampfer, d. s. 160°, verfügt, so ist auch das Ergebnis das gleiche wie beim Vielfachverdampfer, nämlich 16fache Verdampfung. Auch diese Beziehung ist nur angenähert, da die bei der adiabatischen Expansion über ein bestimmtes Temperaturgefälle gewonnene Energie etwas kleiner als der Energiebedarf der adiabatischen Verdichtung bei dem gleichen Temperaturgefälle ist, wenn man in beiden Fällen von trocken gesättigtem Dampf ausgeht; denn gesättigter Dampf wird bei der Expansion naß, während er sich bei der Verdichtung überhitzt.

So lägen die Verhältnisse bei verlustfrei arbeitenden Maschinen. In Wirklichkeit erzielt man bei Kompressoren dieser Art 65 vH und bei Antriebmaschinen etwa den gleichen Gütegrad. Das Produkt beider Wirkungsgrade beträgt 0,42, d. h. der Wirkungsgrad der Kompressions-Verdampfanlage beträgt nur 42 vH von dem des Vielfachverdampfers. Allerdings kommt beim Kompressionsverdampfer der Wärmewert der Kompressorverluste dem Verdampfvorgang zugute. Das ist aber praktisch unerheblich, weil diese Verlustarbeit in der Arbeitsmaschine mit einem thermischen Wirkungsgrad, der meist unter 20 vH liegt, erzeugt werden muß.

Vielfachverdampfer mit 16 Stufen hat man allerdings wohl noch nicht ausgeführt; um jedoch wärmewirtschaftliche Gleichwertigkeit mit dem Kompressionsverdampfer zu erreichen, brauchte man auch keine 16, sondern nur 7 bis 8 Stufen, immer vorausgesetzt, daß man mit 10° Temperaturgefälle verdampft, und damit käme man in den Bereich dessen, was praktisch ausführbar ist. So hat man sechsstufige Verdampfer in der Zuckerindustrie mehrfach verwendet. Der beliebigen Steigerung der Stufenzahl stehen beim Vielfachverdampfer praktische Hindernisse entgegen. Die ersten Stufen müßten nämlich unter hohen Drücken arbeiten, was die Anlage verteuern und den Betrieb erschweren würde; daher geht man nur auf wenigen Gebieten über 3 Stufen hinaus.

Die bisherigen Betrachtungen gelten für einen von anderen Betriebsvorgängen unabhängigen Eindampfvorgang. Hierauf sich zu beschränken, würde aber einseitig sein, weil die neuere Wärmewirtschaft durch Kupplung von Wärmevorgängen vielfach neue Möglichkeiten geschaffen hat. Solche Kupplung kann in der Regel nach folgenden Richtungen hin erfolgen:

1. Verbindung von Energieerzeugung und Eindampfen. Der Gegendampf der Kraftmaschine heizt die Eindampfanlage.

[1]) Vorgetragen auf der Tagung der Hauptstelle für Wärmewirtschaft, bis 14. Okt. 1922. Auszug aus der demnächst im Verlage des V. d. I. ereinenden Schrift: „Fortschritte in der Entwicklung der Wärmewirtschaft".

[2]) Vergl. Z. 1921 S. 1183.

2. Verbindung von Eindampf- und Heizbetrieb: Die Brüdendämpfe aus dem letzten Verdampfer dienen zu Koch- und Anwärmzwecken, zur Raumheizung usw.
3. Gleichzeitige Anwendung beider Maßnahmen: Der Kesseldampf strömt nacheinander durch Kraftmaschine, Eindampfanlage und Heiz- oder Kochanlage.

In Abb. 1 sind diese Betriebsmöglichkeiten veranschaulicht. Die Fälle I bis III beziehen sich auf unabhängige Eindampfbetriebe: I auf die übliche Einkörperanlage, II auf einen Mehrfachverdampfer, III auf einen Kompressionsverdampfer mit Dampfantrieb des Kompressors. Fall IV zeigt die Verwendung des Kraftmaschinenabdampfes zum Eindampfen, Fall V die Heizung mit Verdampferbrüden, Fall VI den vollkommensten Fall der Wärmeausnutzung, die Kupplung von Kraftmaschine, Eindampf- und Heizanlage.

Abb. 1. Verschiedene Arten des Eindampfbetriebes.

Für den unabhängigen Eindampfbetrieb zeigt Abb. 2 den mittleren, praktischen Verhältnissen entsprechenden Dampfbedarf bei Einfach- und Vielfachverdampfern. Bei Kompressionsverdampfern ist der Dampfbedarf dem Temperaturgefälle, das der Kompressor zu erzeugen hat, ziemlich genau proportional. Den Gang der Berechnung des Dampfverbrauches erkennt man aus Zahlentafel 1, der eine Temperatursteigerung im Kompressor von 19,6° C zugrunde gelegt ist. Der Dampfbedarf schwankt ziemlich, je nach der Größe der Anlage, weil sich damit auch die Gütegrade von Kompressor und Antriebturbine ändern.

Zahlentafel 1:

Energie- oder Dampfverbrauch für Kompressionsverdampfer.

Zustand des Dampfes:	
Eintritt Druck at abs.	12,0
Temperatur °C	300
Austritt Druck at abs.	0,08

		größere Anlage	kleinere Anlage
Gütegrad Dampfturbine		0,65	0,45
„ Kompressor		0,65	0,60
Wärmegefälle der Turbine	kcal/kg	202	202
Dampfverbrauch der verlustlosen Turbine	kg/PS$_h$	3,13	3,13
wirklicher Verbrauch	„	4,82	6,95
Wärmesteigerung für $\frac{p_2}{p_1} = 2{,}0$[1]	kcal/kg	30,5	30,5
wirklicher Wärmebedarf für Förderung von 1 kg Dampf	kcal/kg	47,0	50,8
Dampfförderung	kg/PS$_h$	13,5	12,5
Dampfbedarf für Förderung von 1000 kg Dampf	kg	356	555

Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit spielt hiernach das Temperaturgefälle eine maßgebende Rolle. Dieses ändert sich in weiten Grenzen, wenn man bei zunehmender Konzentration der Lösung mit wesentlicher Erhöhung des Siedepunkts zu rechnen hat. Bei kleinem Temperaturgefälle kann der Brüdenverdichter dem Fünffachverdampfer erheblich überlegen sein; steigt dagegen der Siedepunkt um 20 bis 30°, so ist der Brüdenverdichter schon einem Doppelverdampfer gleichwertig.

Wird die Eindampfanlage mit Abdampf der Kraftmaschine beheizt, so kann man den Wärmeverbrauch für Krafterzeugung und für das Eindampfen in der Weise trennen, daß man von dem Gesamtverbrauch den Dampfverbrauch abzieht, welcher einer Kondensationsturbine von gleicher Leistung entspricht. Der Rest ist dann der Dampfverbrauch der Eindampfanlage, s. Zahlentafel 2.

[1] $p_1 = 1{,}0$ at abs. angenommen; $\Delta t = 19{,}6$°C.

Zahlentafel 2:

Eindampfung mit Abwärmeverwertung.

		Einfach-Verdampfer	Doppel-Verdampfer	Dreifach-Verdampfer
erforderliche Verdampfleistung	kg/h	1000	1000	1000
erforderliche Heizdampfmenge	„	1100	575	400
Frischdampfbedarf für Gegendruckmaschine	„	1100	575	400
Frischdampfdruck	at abs.	12,0	12,0	12,0
Frischdampftemperatur	°C	300	300	300
Gegendruck	at abs.	1,2	1,2	1,2
adiabatisches Wärmegefälle	kcal/kg	110	110	110
Gütegrad der Turbine		0,65	0,65	0,65
Dampfverbrauch	kg/PS$_h$	8,85	8,85	8,85
Nutzarbeit aus 1100 kg/h Frischdampf	PS$_h$	125	65	45,2
Dampfverbrauch der Kondensationsturbine	kg/PS$_h$	4,82	4,82	4,82
desgl.	kg/h	605	313	218
Verbleibt für die Eindampfanlage	„	495	262	182
gleichwertige Menge von Niederdruckdampf	„	565	300	208

Dabei ist zu beachten, daß die Wärmeinhalte von überhitztem Frischdampf und von gesättigtem Heizdampf bei niedriger Spannung nicht gleich sind. Wenn man trotzdem den Gesamtdampfbedarf gleich setzt, so trägt man damit der der erzeugten Kraft äquivalenten Wärme sowie den Verlusten durch Strahlung Rechnung. Die Rechnung ergibt bei den gewählten Dampfverhältnissen, daß die mit Abdampf geheizte Eindampfanlage bei gleicher Körperzahl etwa halb so viel Wärme verbraucht, wie bei unabhängigem Betrieb. Verwendet man dieses Ergebnis für einen Vergleich mit der Kompressionsverdampfung, so ergibt sich Abb. 3. Ist z. B. ein Temperaturgefälle von etwa 24° notwendig, so ist der Kompressionsverdampfer ebenso wirtschaftlich wie der Einfachverdampfer, und auch bei kleinerem Temperaturgefälle kann man die Wirtschaftlichkeit der Kompressionsverdampfung durch Hintereinanderschalten von 2 oder 3 Verdampfern erzielen.

Abb. 2. Dampfbedarf für 1000 kg/h Wasserverdampfung.

Bei Anlagen, wo der Abdampf der Verdampfer für Heizzwecke Verwendung findet, muß man davon ausgehen, daß der Wärmebedarf für Heizung von der besonderen Art der Eindampf- und Kraftanlage unabhängig ist. Werden die Brüden der Eindampfanlage restlos verbraucht, so ist keine bessere Wärmewirtschaft denkbar, und Kompressionsverdampfung scheidet als Mittel um Wärme zu sparen, aus.

Als Beispiel eines Betriebes, in dem man durch doppelt thermische Kupplung eine vollkommene Wärmewirtschaft erzielt, sei die Rohzuckererzeugung erwähnt, und es ist der Mühe wert, einen solchen Betrieb auf Grund der praktischen Erfahrungen wärmewirtschaftlich zu analysieren.

Wärmewirtschaft der Zuckerindustrie.

Die Grundzüge der Rohzuckerherstellung seien als bekannt vorausgesetzt. Der gesamte Wärmebedarf umfaßt drei Gruppen. Die erste betrifft die Herstellung des Zuckerdünnsaftes sowie sein

Vorbereitung für das Eindampfen und die weitere Verarbeitung. Die zweite betrifft das Eindampfen des Dünnsaftes, wobei erhebliche Wassermengen zu verdampfen sind und entsprechend viel Wärme umgesetzt wird, und die dritte Gruppe ist der Dampfverbrauch der Kraftmaschinen.

Bei der Herstellung und Vorbereitung des Dünnsaftes werden zunächst die Rübenschnitzel ausgelaugt, sodann der Saft erwärmt und gesättigt und schließlich weiter bis auf die Siedetemperatur erwärmt, die er beim Eintritt in die Verdampfer hat. Die in Form von Dampf nötigen Wärmemengen werden in der Regel auf je 100 kg Rüben bezogen. In der Praxis rechnet man für die gesamte Anwärmung für je 100 kg Rüben etwa mit folgendem Verbrauch:

a) Auslaugung der Rüben . . . . 5,8 kg
b) Rohsaftanwärmung . . . . 11,0 „
c) Dünnsaftsättigung und Anwärmen bis zur Siedetemperatur . . . . 11,2 „

Die Verdampfarbeit wird in zwei Stufen zerlegt: die Vorverdampfung, bei der in Vielfachverdampfern der größte Teil des Wassers aus dem Dünnsaft entfernt wird, und die Nachverdampfung, die mit größerem Wärmegefälle einstufig bei Unterdruck durchgeführt wird. Hierbei sind zwar keine großen Wassermengen zu verdampfen, der Wärmeverbrauch ist aber trotzdem erheblich, weil man aus praktischen Gründen Einfachverdampfer wählt.

Der Dampfverbrauch für die Krafterzeugung ergibt sich daraus, daß man für den Kraftbedarf 1,2 bis 1,5 PS für je 100 kg stündliche Rübenverarbeitung rechnet. Die Krafterzeugung war früher in Zuckerfabriken ziemlich dezentralisiert; neuerdings strebt man eine straffe Zentralisierung an, wobei man sich der elektrischen Energieübertragung bedient. Bei vergleichenden Betrachtungen sind noch die Verluste durch Wärmeausstrahlung und Undichtheiten zu berücksichtigen.

Abb. 3. Dampfbedarf für 1000 kg/h Wasserverdampfung bei Abwärmeverwertung.

Die Wärme verbrauchenden Abteilungen der Fabrik sind nun thermisch gekuppelt. So erzeugt man die Kraft durchweg im Gegendruckbetrieb und führt den Abdampf restlos den Verdampfern zu. Hierbei sinkt der Wärmeverbrauch für die Krafterzeugung auf einen sehr kleinen Betrag, nämlich auf den Wärmewert der erzeugten Energie, so daß, abgesehen von den Verlusten der Kraftmaschinen durch Strahlung und Undichtigkeit, die Kraftanlage mit dem höchsten Wirkungsgrad 1 arbeitet.

Durch Kupplung der Verdampfer mit den Diffusern und Anwärmern wird weiter erreicht, daß die Vorverdampfer nur denjenigen Dampf verbrauchen, welcher in dem an den letzten Körper angeschlossenen Kondensator niedergeschlagen wird. Abb. 4 veranschaulicht die Wärmebewegung in einem nach diesen Gesichtspunkten geleiteten Betrieb. Von den 56,9 kg Dampf, die der Kessel A für je 100 kg verarbeitete Rüben insgesamt erzeugt, verbraucht die Kraftmaschine B nur 2,7 kg und die Vorverdampfanlage o nur 5,2 kg, obgleich hier die größte Wärme umgesetzt wird. Vom Rest dienen rd. 13 kg für die Nachverdampfer a und b und der größte Teil von 28 kg für die Diffuser 1 und die Anwärmer 2 bis 5. Für die Deckung der Verluste durch Abkühlung und Undichtigkeit sind 8 kg gerechnet. Die Zahlen sind im Betrieb einer österreichischen Zuckerfabrik gemessen worden. Entsprechende Werte aus einer deutschen Fabrik, Zahlentafel 3, bestätigen ihre Richtigkeit.

Zahlentafel 3 Zuckerfabrik Offstein.

tägl. Rübenverarbeitung	t	1500
stdl. Rübenverarbeitung	„	62,4
Dampfverbrauch		
a) Frischdampf	kg/h	12000
b) Maschinenabdampf	„	12000
c) Turbinenabdampf	„	11000
insgesamt	kg/h	35000
Dampfverbrauch für je 100 kg Rüben insgesamt	kg	56,9
davon für Diffuser	„	5,8
„ „ Anwärmer	„	22,0
„ „ Verkocher	„	11,9

Betriebsverhältnisse der Maschinen	Dampfdruck Eintritt at	Dampfdruck Austritt at
Kolbenmaschinen	6,0	1,0
Dampfturbine	12,0	1,0

Abb. 4. Wärmebewegung in einer Zuckerfabrik.

A Dampfkessel, *B* Kraftmaschine, *1* Anwärmer für den Diffusor, *2* bis *5* Saftanwärmer,
I bis *IV* Verdampfer, *a* und *b* Nachverdampfer, *o* Vorverdampfer, *K* Kondensator,
Für Abb. 4 bis 6: Die Zahlen an den Leitungen bedeuten *kg* Dampf.

Untersucht man, ob und wie weit man den Verbrauch verringern könnte, so hat man den Wärmebedarf der Diffuser und Anwärmer zunächst als unvermeidlich anzunehmen (abgesehen von der theoretischen Möglichkeit, das heiße Destillat der Verdampfer nutzbar zu machen,), ebenso wie den Dampfbedarf für die Verluste durch Strahlung und Undichtheit. Wenn man aus technologischen Gründen die Verkochung bei Unterdruck einstufig durchführt, so muß der Dampfkessel auch deren Wärmebedarf decken, da die Brüdenwärme im Kondensator vernichtet wird; allerdings könnte man den Wärmebedarf für den Anwärmer 2 aus diesen Brüden decken, so daß sich der Dampfbedarf von 13,0 auf $13,0 - 3,9 = 9,1$ kg ermäßigen würde. Entsprechend würde die Brüdenmenge der Verdampfer von 5,2 auf $5,2 + 3,9 = 9,1$ kg zunehmen. Die untere Grenze des Dampfverbrauches wäre demnach unter den vorliegenden Voraussetzungen erreicht, wenn der 9,1 kg Dampf entsprechende Abwärmeverlust beseitigt würde. Der Dampfverbrauch für 100 kg Rüben würde 47,8 kg betragen.

Den Kondensatorverlust kann man beseitigen:

1. durch Vermehrung der hintereinander geschalteten Vorkocher. Praktisch geht man, soweit bekannt, über zwei Vorkocher nicht hinaus;
2. durch Verminderung des Dampfverbrauches der Kraftmaschine, aber Zentralisierung der Krafterzeugung und Verwendung hoher Dampfdrücke und hoher Dampftemperaturen, wodurch größere Dampfmengen für die Vorkocher verfügbar werden.

Kann man den Kondensatorverlust der Verdampfer völlig beseitigen, was praktisch möglich ist, so hat man den denkbar günstigsten Betrieb erreicht. Der Vorschlag, die Verdampfer mit verdichteten Brüden zu heizen, hat keine Aussicht auf Wärmeersparnis, solange man die Betriebskraft durch Dampf erzeugt. Kann man elektrischen Strom von einem Wasserkraftwerk beziehen, so vermindern sich die Betriebskosten nur unter besonders günstigen Umständen, nämlich wenn der Wärmepreis des elektrischen Stromes geringer als der Wärmepreis der Kohle, multipliziert mit dem Kesselwirkungsgrad ist. Das ist aber selbst bei sehr günstigen Stromtarifen kaum irgendwo der Fall, und auch dann wäre der Nutzen nur gering.

Will man daher die Brüdenverdichtung weiter verfolgen, so muß man untersuchen, ob man den unvermeidlichen Wärmeverbrauch der Diffuser, Anwärmer und Verkocher aus anderen, von der eigentlichen Zuckererzeugung unabhängigen Abwärmequellen decken kann. Eine solche Möglichkeit bietet die in der Regel mit der Zuckerfabrik verbundene Schnitzeltrocknerei. Die getrockneten Schnitzel sind so wertvoll, daß sich Einrichtungen hierfür in Deutschland fast allgemein eingeführt haben, obgleich ihr Wärmebedarf recht erheblich ist.

Auf 100 kg Rüben gewinnt man rd. 7,0 kg getrocknete Schnitzel mit 85 vH Trockensubstanz und 15 vH Wasser, während gepreßte nasse Schnitzel 12 vH Trockensubstanz und 88 vH Wasser enthalten. Die Gewinnung von 7 kg Trockenschnitzeln bedingt demnach, daß 43,5 — 1,1 = 42,4 kg Wasser verdampft werden.

Zum Trocknen verwendet man am meisten unmittelbar Rauchgase, die durch Verbrennen von Kohle auf einem besonderen Rost erzeugt werden. Man rechnet dabei in der Praxis mit einem Verbrauch von 0,6 kg Kohle für je 1 kg Trockenschnitzel, so daß für 7 kg Trockenschnitzel oder 100 kg Rüben 4,2 kg Kohlen notwendig sind.

Abb. 5. Zuckerfabrik mit Verwertung der Abwärme der Schnitzeltrocknung und Brüdenverdichter.

A Dampfkessel, *B* Kraftmaschine, *K* Kondensator, *1* Anwärmer für den Diffusor, *2* bis *5* Saftanwärmer, *I* bis *IV* Verdampfer, *a* und *b* Nachverdampfer, *C* Schnitzeltrocknung, *D* Wärmeaustauscher, *E* Wärmewandler, *F* Antriebturbine für Wärmepumpe, *G* Wärmepumpe.

Abb. 6. Zuckerfabrik mit Heizung des Verdampfers durch verdichteten Brüdendampf.

A Dampfkessel, *K* Kondensator, *1* Anwärmer für den Diffusor, *2* bis *5* Saftanwärmer, *I* bis *IV* Verdampfer, *a* und *b* Nachverdampfer, *C* Schnitzeltrocknung, *D* Wärmeaustauscher, *E* Wärmewandler, *G* Wärmepumpe, *H* Brüdenkompressor für Verdampferstation, *J* desgl. für Nachverdampfer.

Zahlentafel 4, Taupunktbestimmung.

bezogen auf 1 kg Kohle		
theoretischer Luftbedarf für Verbrennung	∾	9,7 kg
Verbrennungswasser + Wassergehalt der Luft	∾	0,5 „
Wasser verdampft	∾	10 „
gesamte Wasserdampfmenge	∾	10,5 „

Luftüberschuß		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
Luftbedarf für 1 kg Kohle	kg	9,7	11,7	13,6	15,5	17,5
Gewicht der Rauchgase	„	10,7	12,7	14,6	16,5	18,5
Gewicht des Wasserdampfes	„	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Wasserdampf in 1 kg Gas	„	0,98	0,84	0,72	0,635	0,57
Taupunkt	°C	86	85	83	82	80,5

Da der Kohlenverbrauch der gesamten Rohzuckererzeugun gemäß dem üblichen Betriebsplan, Abb. 4, nur 7,5 kg beträg so steigert er sich durch den Bedarf der Trocknung um 56 vH Daß man beim Trocknen der Schnitzel 42 kg Dampf erzeugt, als die hohe Verdampfziffer 10 erzielt, erklärt sich durch den kleine Abwärmeverlust, da die Austrittemperatur des Gemisches vo Brüden und Rauchgasen nur rd. 100° beträgt. Die Konde sationswärme der 42 kg Brüden würde mehr als ausreichen, u den Wärmebedarf der Diffuser, Saftwärmer usw. zu decken, wen

1. die Temperatur, bei der die Wärme verfügbar ist, die nötig Höhe hätte,
2. der erforderliche Dampf aus de Gemisch ausgeschieden werde könnte.

Hierfür ist der Taupunkt des Dampfga gemisches maßgebend, s. Zahlentafel Danach hätte man praktisch mit eine Taupunkt von 83 bis 85° zu rechne Der kondensierte Anteil des Wasse dampfes ist um so größer, je tiefer d Gemisch abgekühlt wird. Weiter kan man berechnen, daß rd. 70 vH des Wasse dampfes durch Kondensation gewonn werden können, wenn man das Gemis um rd. 15° unter den Taupunkt, d. h. b auf rd. 78° abkühlt. Diese Temperat reicht aber nur für einen kleinen T des Wärmeverbrauches der Zuckerfabr aus, und man müßte daher die Temperat mit Hilfe einer Wärmepumpe erhöhen.

Wie die Verwertung der Abwärn der Schnitzeltrocknung und die Erhöhu der Temperatur die Wärmewirtschaft b einflußt, mag folgende Betrachtung zeige

Vorausgesetzt sei, daß die mechar sche Arbeit zur Steigerung der Temper tur durch Dampfkraft erzeugt wir Abb. 5. Von den 42 kg Wasserdampf den Abgasen können dann rd. 16 kg der Zuckerfabrik Verwendung finden, d man durch Abkühlung des Dampfga gemisches auf 75 bis 77° verfügb machen kann. Da aber dieser Dampf n 0,4 at abs. Druck hat, muß man ihn a 1,36 at abs. verdichten, wenn man gleiche Heizdampftemperatur von 108 wie sonst erzielen will. Dazu benöti man bei 65 vH Wirkungsgrad des Ko pressors 81,5 kcal für 1 kg gefördert Dampf. Wird die Antriebturbine n Frischdampf (13 at abs., 300° C) t trieben und gibt sie ihren Abdampf in Verteilleitung mit 1,75 at abs. Gegendru entsprechend 115° C Sättigungstempe tur ab, so werden bei 55 vH Gütegr 55,2 kcal für 1 kg Frischdampf in mec nische Energie umgewandelt; mithin ka man mit 1 kg Frischdampf 0,677 kg Br den fördern.

Ein kleiner, 4,0 kg Dampf e sprechender Teil der Abwärme Trockenanlage läßt sich unmittelbar oh Verdichtung nutzbar machen. Das E ergebnis bei einem solchen Betrieb ist Verbrauch von 53 kg Dampf für je 100 Rüben, also eine Dampfersparnis v 3,9 kg oder 7 vH. Das scheint bei ob flächlicher Betrachtung sehr wenig, klärt sich aber dadurch, daß man, möglichst große Leistung der Antri maschine der Wärmepumpe zu erreich auf den Vorkocher verzichtet hat.

Da man aber ohne Verwertung der Abwärme der Trock anlage durch Vermehrung der hintereinander geschalteten V kocher bis zu 48 kg Dampfverbrauch erreichen kann, so ka die Verwertung der Abwärme aus der Schnitzeltrocknung ke Ersparnisse herbeiführen, wenn man reine Dampfwirtsch beibehält.

Günstigere Verhältnisse erhält man, wenn man die V dampfer und Nachverdampfer mit verdichtetem Brüdenda heizen kann. Dann läßt sich ein viel größerer Teil der Abwär aus der Trockenanlage verwerten, und die Dampfkessel lief nur den Dampf, der zur Deckung der Verluste notwendig s. Abb. 6. Man verbraucht dann nur 4,9 kg Dampf, daneben a 6,6 kWh für 100 kg Rüben. Muß man die elektrische Ener aus Dampfkraft mit Kondensationsturbinen erzeugen, so st sich der gesamte Dampfverbrauch auf rd. 49 kg, also auch ni auf weniger, als ohne Brüdenverdichtung erreicht werden kön Steht dagegen hydroelektrische Energie zur Verfügung und w damit die Beziehung zwischen Kraftbedarf und Kohlenbedarf a

schaltet, dann ist es denkbar, daß sich die Betriebskosten auf die älfte und weniger derer von reiner Dampfwirtschaft verringern.

Anwendungen der Kompressionsverdampfung.

Die Aussichten für die zweckmäßige und erfolgreiche Anendung der Kompressionsverdampfung scheinen hiernach nicht sonders günstig zu sein, wenn man sie lediglich von den wärmewirtschaftlichen Möglichkeiten aus beurteilt. Praktisch ist aber die Eindampfanlage vielfach trotz ihres gewaltigen Wärmeumsatzes nicht Nebenbetrieb, der Abfallwärme ausnutzt oder als

Abb. 7. Siedepunkterhöhungen von Lösungen.

Abb. 8. Diagramm einer Anzapfturbine mit Kompressor.

Abb. 9. Anlage zum Eindicken von Fruchtsaft. Die Zahlen an den Leitungen bedeuten kg Dampf.

rmetransformator eine zanlage speist, vielmehr steht häufig die Aufgabe, Eindampfen unabhängig sonstigen Betrieb wirtaftlich zu machen. Wenn auch thermisch nichts Wege steht, die Vielperanlage so günstig wie Kompressionsverdampzu gestalten, so hat doch häufig praktische enken.

in grundsätzlicher Man der Vielkörperanlage ehr oft, daß die Temturen in den einzelnen ten sehr verschieden . Dies kann in den en Stufen unangenehm Drücke bedingen und Vielfachverdampfung möglich machen, wenn Rücksicht auf die Güte Erzeugnisses oder die ikalischen oder chemin Eigenschaften der ndampfenden Flüssig von ganz bestimm Eindampftemperaturen wenig abgewichen en darf. In solchen n bietet die Wärme e sehr bedeutende eile. Als Beispiel as Eindampfen von Milch, Fruchtsäften und Gerbstoffen ge t, das eine recht bedeutende Industrie beschäftigt. Auch in anorganischen Chemie gibt es derartige Fälle.

Die Wirtschaftlichkeit der Kompressionsverdampfung leidet nur, wenn man mit erheblichen Siedepunkterhöhungen zu en hat. Aber auch dann kann man bei größeren Anlagen ilhafte Verbindungen schaffen, wenn man beachtet, daß die punkterhöhung eine Funktion der Konzentration ist, Abb. 7. hat hierbei zu unterscheiden, ob es sich beim Eindampfen m Erhöhung der Konzentration, also ohne Ausscheiden des ten Stoffes, handelt, oder ob der gelöste Stoff in fester Form nnen werden soll. Im zweiten Fall steigt der Siedepunkt is zu einem Höchstwert, wo die Salzausscheidung beginnt. b. 7 sind die Siedeverhältnisse für Natronlauge und Ammonlauge dargestellt. Die Siedepunkterhöhung der Anfangskon tion ist in der Regel klein, und man kann einen sehr er hen Teil des Wassers abdampfen, ehe sich der Siedepunkt

um 4 bis 5° erhöht. Praktisch zerlegt man daher das Eindampfen in zwei Stufen: die Vorkonzentration, wobei der größte Teil des Wassers unter mäßiger Erhöhung des Siedepunkts im Kompressionsverdampfer entfernt wird, und die Nachverdampfung mit größerem Temperaturgefälle in einer üblichen Ein- und Mehrkörperanlage.

Besonders günstig ist der Kompressionsverdampfer, wenn bei niedrigerer Temperatur verdampft werden muß und gleichzeitig ein Heizbetrieb zu versorgen ist. Die Abwärme des Verdampfers unmittelbar zu verwenden, ist nicht möglich, weil die Temperatur zu gering ist. Dagegen kann man beim Kompressionsverdampfer der Antriebturbine Dampf unter beliebigem Druck, d. h. bei beliebiger Temperatur entnehmen und restlos verwerten, Abb. 8. In der bereits ausgeführten und erfolgreich arbeitenden Anlage, Abb. 9, wird Fruchtsaft für eine sehr bedeutende Nahrungsmittelindustrie auf etwa den sechsten Teil seines Anfangsgewichtes eingedickt. Das Endergebnis ist von breiiger Beschaffenheit, so daß der letzte Teil des Wassers kaum in einem Röhrenverdampfer entzogen werden könnte; hierfür eignet sich vielmehr nur ein Kugelverdampfer mit Doppelboden, der mit genügend großem Temperaturgefälle arbeitet. Die Eindampftemperatur soll etwa 60° betragen.

Der Saft wird daher zunächst bis auf ⅓ in einem Kompressionsverdampfer *a* und der Rest auf ⅙ im Kugelverdampfer *d* eingedampft. 80 vH der Wasserentziehung entfallen auf die Vorstufe, 20 vH auf den Nachverdampfer, und beide Verdampfer werden unter gleichem Unterdruck gehalten. Zum Heizen des Nachverdampfers dient Abdampf der Antriebturbine *c* des Turbokompressors *b*, der mit einigen Zehnteln at Überdruck entnommen wird.

Die Anlage hat insgesamt $1000 + 250 = 1250$ kg/h Wasser zu verdampfen. Bei den früheren Einfachverdampfern waren dazu 1500 kg/h Heizdampf notwendig; bei der neuen Betriebsweise verringert sich der Verbrauch auf 440 kg/h. Das bedeutet eine Ersparnis von 70 vH des früheren Dampfverbrauches.

Die folgenden Anlagen, Abb. 10 und 11, arbeiten ebenfalls bei Unterdruck, da sie Milch eindampfen. Die elektrisch betriebene

Abb. 10 u. 11. Milch-Eindampfanlagen mit zweistufigem Betrieb.

Anlage ist in der Schweiz aufgestellt. Allerdings kann sie den günstigen Strompreis während einer bestimmten Tageszeit, für die wesentlich höhere Strompreise berechnet werden, nicht ausnutzen. Ferner leidet der Betrieb dadurch, daß der Strom manchmal ganz versagt, insbesondere im Sommer bei Gewittern. Die gerade in Bearbeitung befindliche Milch wird dadurch verdorben, wenn keine Dampfreserve vorhanden ist. Die Betriebsergebnisse dieser Anlage, Zahlentafel 5, sind dem ständig geführten Betriebsbuch entnommen worden. Die spezifischen Verdampfleistungen gelten daher für den normalen Dauerbetrieb.

Auch die zweite Anlage wurde ursprünglich elektrisch betrieben. Da die Lieferung der notwendigen Strommenge im Laufe der Zeit in Frage gestellt wurde, hat man den Elektromotor durch eine Dampfturbine ersetzt, deren Abdampf hauptsächlich zur Vorwärmung verwendet wird; hier hat sich der Dampfbetrieb dem elektrischen überlegen erwiesen.

Abb. 12. Charakteristiken und Wirkungsgrade von Strahlkompressoren

Zahlentafel 5. Betriebsergebnisse an einer Eindampfanlage für Magermilch.

Eindickungsgrad		1:5
Barometerstand	mm Q.-S.	735
Unterdruck: Verdampferraum	„ „	585
„ Heizraum	„ „	545
Brüdentemperatur, berechnet	°C	60,3
„ „ gemessen	„	59
Heizdampftemperatur, berechnet	„	65,3
„ „ gemessen	„	65
Dauer der Beschickung		6 Std. 25 Min.
mittlere Wasserverdampfung	kg/h	1680
Spannung	V	245
Stromstärke	A	92
Energieverbrauch	kW	31,4
verdampfte Wassermenge	kg/kWh	53,5
„ „	kg/PSh	45,0

Wirtschaftlichkeit der Kompression.

Bei der Kompression der Brüden hat man je nach Art des Kompressors mit Wirkungsgraden zu rechnen, die für die Wirtschaftlichkeit maßgebend sind. Es kommen drei Gattungen von Kompressoren in Betracht:

1. Kolbenkompressoren (zu denen man auch Kapselgebläse rechnen kann),
2. Turbokompressoren mit Dampfturbinenantrieb (der elektrische Antrieb soll außer Betracht bleiben),
3. Dampfstrahlkompressoren.

In der Regel betrachtet man den Turbokompressor als die für Brüdenkompression geeignetste Kompressionsmaschine. Der Turbokompressor gestattet, auch kleine Wärmesteigerungen mit gutem Wirkungsgrad von 60 bis 65 vH zu erreichen, und da man höhere Verdichtungen durch Hintereinanderschalten von mehr Stufen erzielt, so kann man den Wirkungsgrad unabhängig vom Grad der Kompression etwa auf gleicher Höhe halten. Auch den geförderten Mengen sind praktisch keine Grenzen gesteckt, insbesondere wenn man mehrere Gruppen parallel schaltet. Dagegen hat die Förderleistung eine untere Grenze. Für kleine Brüdenmengen läßt sich der Turbokompressor überhaupt nicht oder nur in sehr teurer Form und mit ungünstigem Wirkungsgrad bauen.

Der Kolbenkompressor eignet sich für kleine und kleinste Liefermengen, auch für größere. Sehr große Mengen ergeben aber unpraktisch große Abmessungen, und die Anlage wird im Vergleich zum Turbokompressor zu teuer. Für das Eindampfen mit kleinem Temperaturgefälle, was in der Regel erstrebt wird, hat der Kolbenkompressor einen schlechten Wirkungsgrad, weil die mech[a]nische Reibung im Verhältnis zur Nutzarbeit sehr groß wi[rd].

Der Dampfstrahlkompressor ist thermodynamisch eine V[er]einfachung der Energieumsetzung des Turbokompressors mit T[ur]binenantrieb. Die Energieumsetzung des Turbokompressors [m]it Dampfturbine ist durch die Stufen gekennzeichnet: potentiel[le], kinetische, mechanische, kinetische, potentielle Energie. Be[im] Strahlkompressor fällt der Umweg über die mechanische Energ[ie] fort; vielmehr wird die Druckenergie in Geschwindigkeitsenerg[ie] und diese nach einem Mischvorgang sofort wieder in Dru[ck]energie umgesetzt. Die Fördermenge ist nach keiner Richt[ung] hin begrenzt.

Abb. 13. Vergleich verschiedener Kompressor-Charakteristiken.

Abb. 14. Unterdruck-Eindampfanlage mit Strahlkompressor.

Um diese drei Arten von Kompressoren auf ihre Eign[ung] für die Kompressionsverdampfung miteinander zu vergleic[hen], benutzt man am besten die Charakteristik, im vorliegenden [Fall] zweckmäßig die Beziehungen zwischen der Förderleistung und [dem] dem Druckunterschied entsprechenden Unterschied der Sättigu[ngs]temperaturen. Für den Turbo- und den Kolbenkompressor [sind] die Eigenschaften und Wirkungsgrade bekannt. Weniger ist [dies] für den Strahlkompressor der Fall, über den zuverlässige

sreichende Unterlagen nicht bekanntgegeben sind. Das scheint ch verständlich zu sein, wenn man bedenkt, daß es beim Strahlmpressor viel weniger auf Werkstättenerfahrung, als auf zweckißige Bemessung ankommt. Wenn daher der Strahlkompressor er in Betracht gezogen werden konnte, so war dies nur darch möglich, daß vorher seine Energieumsetzung theoretisch und perimentell eingehend erforscht wurde. Ob die festgestellten nstigsten Bedingungen endgültig sind, kann noch nicht gesagt rden, da die Arbeiten noch nicht völlig abgeschlossen sind. bb. 12 zeigt Charakteristiken und Wirkungsgrade, die bei nmäßigem Ändern der Misch- und Kompressionsvorrichtung erlten wurden. Als Abszisse ist das Förderverhältnis gewählt, h. diejenige Dampfmenge, welche mit 1 kg Betriebsdampf gedert wird, Ordinaten sind die Temperatursteigerung (immer f Sättigungszustand bezogen) und der thermodynamische Wirngsgrad. In allen Fällen bleibt mit wachsendem Temperaturstieg das Förderverhältnis bis zu einem Höchstwert gleich, nn tritt ein scharfer Knick ein, und das Förderverhältnis nimmt ra linear ab. Der Wirkungsgrad erreicht bis zu 32 vH.

Gemäß Abb. 13 nimmt beim Turbogebläse die Förderleistung ht unerheblich zu, wenn die Temperatursteigerung kleiner als m normalen Betriebszustand ist. Wird mit zunehmender Konntration der Wärmedurchgang und damit die Verdampfung geger, so gleicht sich dies teilweise aus, bis die höchste Tempeursteigerung erreicht ist. Dann allerdings kommt man bei iterer Verringerung der Verdampferleistung in ein Gebiet, der Kompressor pumpt und der Betrieb aus dem Takt fällt. llt man das Pumpen dadurch ab, daß man einen Teil der üden von der Druckseite auf die Saugseite umleitet, so verlechtert man den Wirkungsgrad. Will man das Pumpen durch derung der Stufenzahl des Kompressors vermeiden, so leidet Einfachheit des Betriebes. Ist dagegen die Verdampferanlage so bemessen, daß das Gebiet des Pumpens vermieden wird, so ist die Charakteristik des Turbokompressors recht günstig.

Die Charakteristik des Kolbenkompressors kennzeichnet annähernd gleichbleibende Förderleistung bei verschiedener Temperatursteigerung. Die geringe Abnahme der Förderung mit wachsendem Temperaturunterschied erklärt sich dadurch, daß bei steigendem Kompressionsverhältnis der volumetrische Wirkungsgrad sinkt. Annähernd gleichbleibende Förderung ist so lange vorhanden, wie die Antriebmaschine die notwendige Leistung abgibt.

Die Strahlpumpe hat unveränderliche Fördermenge bis zu einer bestimmten Temperatursteigerung; dann nimmt die Förderung unter geringem Anstieg des Temperaturgefälles ab.

Hinsichtlich des Wirkungsgrades ist der Strahlkompressor beim normalen Betrieb nicht viel ungünstiger als der Turbokompressor. Deshalb verdient er eine gewisse Beachtung bei Anlagen von kleinerer Leistung, für die kein Turbokompressor mehr ausführbar ist. Weiter hat der Strahlkompressor keine bewegten Teile und bedarf keiner besonderen Wartung; er ist daher für Betriebe ohne geschulte Maschinisten geeignet, die, wie der Amerikaner sagt, „foolproof" oder „niggerproof" sein können. Endlich bietet der Strahlkompressor Vorteile, wenn die Brüden saure Bestandteile enthalten, die den Turbokompressor angreifen. Daß die Herstellung eines Strahlkompressors unvergleichlich viel billiger ist als die eines Turbokompressors, bedarf keiner besonderen Begründung.

Nicht verwendbar ist der Strahlkompressor, wenn die Abwärme der Eindampfanlage bei einer Temperatur verwertet werden soll, die höher als die verlangte Eindampftemperatur und auch höher als die Temperatur im Heizsystem ist. In solchen Fällen kommt der Turbokompressor mit Dampfturbinenantrieb in Frage. Unterdruck-Eindampfanlagen mit Strahlkompressor sind mehrfach ausgeführt worden, Abb. 14. [1526]

Dampfmengenmessung mittels Blenden.

Für den Betrieb von Wassergasanlagen ist es wichtig, das Vernis des zugesetzten Dampfes zum erzeugten Wassergas dauernd ausreichender Genauigkeit feststellen zu können. Dazu sind für in Abb. 1 schematisch dargestelte Gasanlage mit Kühler folgende ichtungen erforderlich: ein Dampfmengenmesser *a*, ein Dampfdruckser *b*, ein Dampfdruckregelventil *c*, ein Gasdrosselschieber *d* und Druckunterschiedmesser *e*. Die Füllung des Gaserzeugers *f* sei tend, und die Gasung soll beginnen. Dazu werden eines der beiden auslaßventile und das entsprechende Dampfventil geöffnet und mit Regelventil *c* vor *a* der gewünschte Dampfdruck von z. B. 5 at estellt. Bei *e* steigt die den Gasdruckunterschied messende Flüssigssäule von 0 plötzlich auf einen Höchstwert. Während der Dampfk weiter unverändert 5 at beträgt, sinkt die menge dauernd. Es bleibt also mehr und r Dampf unzersetzt. Erreicht die Wassernenge einen bestimmten Mindestwert, so die Gasung abzubrechen und der Gaserger von neuem heißzublasen, da sonst immer ere Dampfmengen verloren gehen würden, außerdem noch Wärme aus dem Gaserger entführen würden. Zum Regeln der Dampfge bei bestimmtem Dampfdruck könnte bei *a* Düse verwendet werden, deren Durchflußziffer nnt ist, etwa in der Art der von Bendemann seinen Versuchen über den Ausfluß von Dampf itzten Mündungen[1]). Wie Versuche von R. Geit ergeben haben, kann aber für solche Zwecke sogut eine weit einfacher herstellbare Blende wendet werden, etwa nach Abb. 2. In einem 2 mm en Rotgußeinsatz befinden sich hier zehn auf Dampfeintrittseite ein wenig abgerundete Öffgen. Die folgende Gegenüberstellung der an 2 mm en Blenden mit abgerundeter Öffnung gemesn Werte und der für verschiedene Überdrücke chneten Werte zeigt, daß letztere höchstens 4 vH von den tatsächlichen Durchflußmengen ichen. Für den genannten Zweck können somit die erforderlichen Querschnitte ohne weiteres nach den Bendemannschen Angaben[2]) berechnet werden.

Abb. 1. Schema einer Gasanlage mit Einrichtungen zur Dampfmessung.

Abb. 2. Blende zur Dampfmengenmessung.

npfdurchgang durch 2 mm dicke Blenden in kg/min.

mpfdruck vor der Blende at		1,0	1,5	2	2,5	3
n Dmr. der Öffnung	gemessen	0,057	0,073	0,087	0,100	0,116
	berechnet	0,057	—	0,084	—	0,112
„ „ „	gemessen	0,133	0,163	0,188	0,223	0,251
	berechnet	0,129	—	0,190	—	0,251
„ „ „	gemessen	0,228	0,271	0,331	0,383	0,430
	berechnet	0,229	—	0,338	—	0,446
„ „ „	gemessen	0,348	0,434	0,510	0,616	0,693
	berechnet	0,357	—	0,518	—	0,697
„ „ „	gemessen	0,499	0,623	0,745	0,880	0,980
	berechnet	0,514	—	0,760	—	1,003

[1]) s. Heft 37 der Forschungsarbeiten.

Die Werte gelten nur für gesättigten Dampf. Für überhitzten Dampf sind sie natürlich kleiner. Abgesehen davon, daß Heißdampf für Wassergasanlagen selten verwendet werden wird, könnten die Werte für beliebige Überhitzung aus dem Verhältnis der Volumen leicht berechnet werden. Ferner gelten die Werte unter der Voraussetzung, daß der Gegendruck hinter der Blende kleiner ist als die Hälfte des Druckes vor der Blende. Dies ist somit gegebenenfalls nachzuprüfen.

Dem Druck vor *a* entspricht also bei gegebener Blendenöffnung eine bestimmte Dampfmenge. Die Gasmenge in ähnlicher Weise zu bestimmen, ist nicht erforderlich. Sie könnte wohl ebenfalls durch Blenden gemessen werden, deren Einbau in die starren Gasleitungen aber etwas unbequem ist. Auch müßte auf die Möglichkeit leichten Auswechselns Rücksicht genommen werden, weil die Blenden im Gasstrom verschmutzen und angefressen werden. („Gas- und Wasserfach" 15. und 22. Juli 1922.) [R 1608] Fr.

Der erste Ruths-Speicher in Deutschland.

Nach einer Mitteilung der AEG ist der in Z. 1923 S. 40 erwähnte Ruths-Speicher[3]) für das Lauchhammer-Werk wohl bestellt, die Ausführung wegen der gegenwärtigen wirtschaftlichen Lage aber zurückgestellt worden. Dagegen ist im Werk Odermünde der Feldmühle, Papier- und Zellstoffwerke A.-G. ein von der AEG gelieferter Speicher im Bau, der der erste in Deutschland in Betrieb kommende Ruths-Speicher sein wird. [M 348]

[2]) Vergl. auch „Hütte" 23. Aufl. 1. Bd. S. 447.
[3]) s. Z. 1922 S. 599.

Wärmewirtschaft in der Textilindustrie[1].

Von Prof. Chr. Eberle, Darmstadt.

Hauptgesichtspunkte für die Errichtung der Heiz- und Kraftanlagen der Textilfabriken. Ausnutzung des Maschinendampfes zur Raumheizung und zu Fabrikationszwecken. Wärmeausnutzung in Trockenapparaten. Versuchsergebnisse an Woll- und Tuchtrockenmaschinen.

Im Jahre 1921 hat die deutsche Textilindustrie etwa 1,8 Mill. t Steinkohlen, 2,1 Mill. t deutsche Rohbraunkohlen und 0,9 Mill. t Braunkohlenbriketts verbraucht. Diese bedeutenden Kohlenmengen dürften eine Besprechung darüber rechtfertigen, wofür die Wärme verwendet worden ist, zumal die Gesichtspunkte für die Entwicklung der Wärmewirtschaft der Textilindustrie auch für verschiedene andre Industriezweige zutreffen.

Die Textilindustrie benutzt als Wärmeträger fast ausschließlich Wasserdampf und nur vereinzelt andre Wärmekraftmaschinen als Dampfmaschinen. Wir haben uns daher hier nur mit Dampfwirtschaft zu befassen. Vom Standpunkt der Wärmewirtschaft bilden die Textilfabriken drei Gruppen:

A. Spinnereien: Diese sind Großkraftverbraucher; Wärme brauchen sie vorwiegend zur Raumheizung, und auch davon verhältnismäßig geringe Mengen, da der bei Spinnereien bevorzugte Hochbau bescheidenen Wärmebedarf hat.

B. Webereien: Ihr Kraftbedarf ist gegenüber dem der Spinnereien klein; sie brauchen Wärme nicht nur zur Raumheizung, sondern auch für die Fabrikation, insbesondere beim Schlichten von Garn. Der Wärmeverbrauch für Krafterzeugung übersteigt aber den Bedarf an Heizwärme zumeist erheblich.

C. Veredlungsfabriken: Wäschereien, Bleichereien, Färbereien, Druckereien, Appreturanstalten haben alle bei bescheidenem Kraftbedarf einen sehr großen Bedarf an Heizdampf für die Fabrikation, der nicht selten das Fünffache des Verbrauches der Dampfmaschinen und darüber erreicht. Zumeist schwankt der Dampfbedarf dieser Fabriken in sehr weiten Grenzen.

Die Dampferzeugung.

Spinnereien und Webereien sind im allgemeinen gleichmäßig belastet. Der Kraftbedarf der Spinnereien ist im Winter etwas größer als im Sommer, außerdem in den Morgenstunden größer als am Nachmittag. Die Ursache ist in beiden Fällen die größere Zapfenreibung der Spindeln infolge der niedrigeren Temperatur. Die Unterschiede bewegen sich aber in engen Grenzen. Messungen in verschiedenen Augsburger großen Spinnereien ergaben im Laufe des Vormittags eine Abnahme des Kraftbedarfs um etwa 7 vH[2]). Die Änderung des Kraftbedarfs erfolgt vollkommen stetig, so daß sie das Bild einer gleichmäßig belasteten Kesselanlage wenig stören kann. Der Dampfverbrauch für Raumheizung beträgt in der Spinnerei rd. 10 bis 20 vH vom Maschinendampf. In der Weberei dagegen ist der Heizdampfbedarf verhältnismäßig bedeutend größer, und in den Veredelungswerken braucht man an Heizdampf ein Vielfaches des Dampfverbrauches der Kraftmaschinen. Die Außentemperatur beeinflußt vielfach den gesamten Dampfverbrauch dieser Fabriken erheblich, weil nicht nur der Bedarf für Raumheizung, sondern auch der der Fabrikation davon abhängt. Zu den einzelnen Tagesstunden schwankt in diesen Fabriken der Verbrauch sehr, da gewöhnlich einzelne, mit Unterbrechungen arbeitende Verbraucher vorhanden sind. Die Größe und Zahl der Schwankungen hängt von den Arbeitsvorgängen ab; allgemein gültige Regeln lassen sich deshalb nicht aufstellen. Ein sicheres Urteil über die Dampfverbrauchverhältnisse eines Veredelungswerkes der Textilindustrie kann man nur von Fall zu Fall auf Grund von Messungen abgeben.

Die geschilderten Schwankungen in der Dampfentnahme müssen bei der Wahl und Bemessung der Dampfkessel eines Textilwerkes beachtet werden. Die Kesselanlage muß Winter- und Sommerverbrauch mit annähernd gleichem Wirkungsgrad und gleicher Zuverlässigkeit decken können. Anpassung der Fe rung und der Zuganlage an die Brennstoffe und die Betrieb verhältnisse ist daher erstes Erfordernis. In Anlagen, wo m die früher benutzte Kohle durch eine wesentlich anders geart ersetzen mußte, darf man nicht versäumen, die Wärmeausnutzu festzustellen und auf Grund der Ergebnisse entsprechende V besserungen und Umbauten vorzunehmen. Für die Rohbraunkol eignet sich nach den Erfahrungen der letzten Jahre in ers Linie der Stufenrost, für manche Sorten auch der Mulde rost. Der Planrost mit Unterwind, der Wanderrost mit Treppe vorrost und ähnliche Feuerungen sind hier nur Aushilfsmit die man vorübergehend zulassen kann, die aber nur dann a nähernd befriedigen, wenn man bestimmte Vorsichtsmaßreg zur Vervollkommnung der Verbrennung anwendet und star Flugkoksbildung verhindert. Betriebe mit star schwankender Dampfentnahme sollen ste gute Zugverhältnisse haben. Soll eine Feueru starke Wechsel ausgleichen, so muß man die Zugstärke wese lich verändern können; sonst braucht man sehr große Roste, bei schwacher Belastung ungünstiger sind. Um die Feuerung vor zu großen Belastungswechseln zu schützen, sind die Kes für stark schwankende Betriebe so zu bauen, daß sie ein Teil des Ausgleiches übernehmen. Als Mittel hierfür sind s Jahren der Wasser- und der Dampfraum der Kessel bekan Eine richtige Ausnutzung durch den Heizer kann diese Än rungen in der Dampfentnahme erheblich ausgleichen, insbesonde wenn durch Verständigung zwischen Kesselhaus und Fabrik d Heizer Gelegenheit gegeben wird, sich dem Dampfkessel an passen. In Veredelungswerken, wo neben Hochdruckdampf f die Kraftmaschinen bedeutende Heizdampfmengen von niedriger Druck verwendet werden, läßt sich ein sehr wirksamer Au gleich der Verbrauchschwankungen durch Einschalten ein Wärmesammlers mit entsprechend bemessenem Wasserinhalt die Niederdruckstufe erzielen. Werden für diesen Sammler na Dr. Ruths große Druckschwankungen zugelassen, so bietet si dadurch die Möglichkeit, sehr erhebliche Speicherleistungen u damit einen recht vollkommenen Ausgleich zu erzielen.

Sehr einfach gestaltet sich der Ausgleich im Wärmeve brauch in Fabriken, die große Mengen Heißwasser für die F brikation nötig haben. Hier braucht man nur entsprechend b messene Heißwasserbehälter aufzustellen, die zu Zeiten gering Wärmebedarfs der Fabrik aufgeheizt werden und ihren Wärm vorrat in den Zeiten großen Wärmeverbrauchs an die Fabrik a geben. Auf diese Weise ließe sich in den Färbereien der gro Dampfverbrauch, der in den ersten Morgenstunden durch d Anwärmen der Farbflotten entsteht, bedeutend herabsetzen, ind man dafür sorgt, daß am Abend der Heißwasserbehälter voll i so daß dieses Wasser am nächsten Morgen zum Füllen der Fa botticke benutzt werden kann.

Da in den Veredelungswerken zumeist große Mengen v sehr heißem Dampfwasser entstehen, soll man bei der Anla von Dampfkesseln der Rückführung dieses Wassers in die Ke Beachtung schenken; für vollkommen reines Dampfwasser ka die geschlossene Rückleitung mit einer der bekannten Schwim anordnungen Anwendung finden, während bei ölhaltigem Wass die offene Rückspeisung nach vorheriger Filterung unbedin vorzuziehen ist. Von den in früheren Jahren üblichen Ve fahren, in Werken mit großem Kraft- und Heizdampfverbrau zwei von einander unabhängig arbeitende Kesselanlagen für ve schiedene Drücke zu errichten, ist man mit Recht abgekomme da sich die Belastungsschwankungen durch eine gemeinsame A lage stets vollkommner ausgleichen lassen.

Daß man heute bei der Dampferzeugung mit allen Bren stoffen und mit allen Kesselbauarten befriedigende Ergebnis erzielen kann, mag durch die Zahlentafel 1 bewiesen werde

[1]) Vorgetragen in der Jahresversammlung der Hauptstelle für Wärmewirtschaft, s. Z. 1922 S. 1030. Auszug aus der demnächst im Verlage des V. d. I. erscheinenden Schrift „Fortschritte in der Entwicklung der Wärmewirtschaft.“ Vergl. a. Mitteilungen der Hauptstelle für Wärmewirtschaft Nr. 11, Verlag des V. d. I.

[2]) Zeitschr. d. Bayr. Rev. Ver. 1898 S. 92 u. f.: „Erhöhter Kraftaufwand zum Fabrikbetrieb am Montag Morgen.“ Desgl. 1913 S. 139 u. f.: „Kosten der Krafterzeugung in Dampfanlagen industrieller Werke“ (bes. Abb. 9).

Zahlentafel 1.

Lfd. Nr.	Kesselbauart	Kesselheizfläche m²	Überhitzer-Heizfläche m²	Heizgas-vorwärmer m²	Rostfläche m³	Kohlensorte	Heizwert kcal/kg	Dampfleistung auf 1 m² Heizfl. kg/h	Gesam wirkung grad vH
1	Steilrohrkessel	771	540	1493	Wanderrost 36,8	Ruhrkohle	7675	43,9	88
2	Wasserröhrenkessel	344,3	97,9	290	Wanderrost 13,91	Ruhrkohle	7593	36,3	86
3	Flammrohrkessel	2×105 = 210	—	240	Unterschub 4,5	Ruhrkohle	7587	30,3	87
4	Doppelflammrohrkessel	2×113,5 = 227	—	240	Planrost 6,2	Ruhrkohle	7460	24,8	85,5
5	Flammrohrkessel	2×105 = 210	—	192	Unterschub 4,5	Saarkohle	7479	31,8	87
6	Steilrohrkessel	250	85	192	Wanderrost 7,95	Saarkohle	7160	24,3	84
7	Steilrohrkessel	250	85	192	Wanderrost 7,95	Saargrießkohle	5580	24,2	82,5
8	Wasserröhrenkessel	300	100	640	Wanderrost 11,2	Oberbayr. Kohle	4705	21,1	82
9	Wasserröhrenkessel	2×250 = 500	2×75 = 150	800	Wanderrost 18,3	Oberbayr. Kohle	4315	31,2	81
10	Steilrohrkessel	214	56	161,5	Stufenrost 11,47	Rhein. Rohbraunkohle	1970	31,1	81
11	Flammrohrkessel	100	—	192	Fränkelrost 4,2	Bitterfelder Braunkohle	2490	21,4	81,5
12	Wasserröhrenkessel	2×280 = 560	2×85 = 170	324	Stufenrost 32,4	Oberpfälzischer Lignit	1654	21,7	72

[r]ichtige Wahl und Bemessung der Feuerung, geeignete Zugverhältnisse und genügende Größe der Kessel- und Vorwärmerheizfläche sind die Mittel, die stets zum Ziel führen werden. Zahlentafel 2[1]) zeigt, daß auch bei sehr verschiedenen Kesselbelastungen recht befriedigende Wärmeausnutzung erzielt werden kann. Bei Dampfleistungen des Kessels von 10 bis 30 kg/h auf 1 m² Heizfläche wurde fast der gleiche Wirkungsgrad von [8]2 vH festgestellt.

Zahlentafel 2.

	Versuch Nr.				
	I	II	III	IV	V
Dampfleistung auf 1 m² Heizfläche . . . . kg/h	10,70	14,73	18,65	22,72	28,12
Wärmeausnutzung zur Dampferzeugung, Überhitzung und Vorwärmung . . . . vH	81,7	83,8	82,8	81,2	81,1

Die Krafterzeugung mit Dampf.

Die bedeutende Steigerung des thermischen Wirkungsgrades der Dampfmaschine durch die Einführung hoher Dampfüberhitzung hat dazu geführt, daß man für Neuanlagen heute allgemein Heißdampfmaschinen anwendet. Durch die Steigerung der Dampftemperatur auf rd. 350° C wird der Dampfverbrauch um mehr als 30 vH und der Wärmeverbrauch um mehr als 20 vH vermindert. Um diesen wesentlichen Vorteil auch für alte Sattdampfanlagen nutzbar zu machen, hat man im Laufe der Zeit viele Dampfanlagen der Textilindustrie auf überhitzten Dampf umgebaut. Bei sachgemäßer Ausführung können so Anlagen geschaffen werden, die hinter Neuanlagen nicht wesentlich zurückstehen[2]). Eine 1894 für mäßig überhitzten Dampf von 214° C gebaute Maschine von 700 PS wurde z. B. in eine Zweifach-Expansionsmaschine für hoch überhitzten Dampf umgebaut. Der Dampfverbrauch ging von 5,76 auf 4,66 kg/PS$_i$h bei 308 ° C Dampftemperatur zurück, und der Wärmeverbrauch sank von 3727 auf [3]29 kcal/PS$_i$h. Eine Dreifach-Expansionsmaschine von 1000 PS aus 1897 für Sattdampf gebaut worden und verbrauchte [?]7 kg PS$_i$h Dampf. 1912 wurde sie in eine Zweifach-Expansionsmaschine für hochüberhitzten Dampf umgebaut; ihr Dampfverbrauch betrug dann bei 351° noch 4,27 kg/PS$_i$h. Der Wärmeverbrauch hatte sich von 3812 auf 3077 kcal/PS$_i$h vermindert. Es gibt heute in der Textilindustrie noch viele mit Sattdampf arbeitende Maschinen, deren Wärmeverbrauch durch ähnlichen Umbau vermindert werden könnte. Dabei würde der Kohlenverbrauch im allgemeinen in noch höherem Maß als der Wärmeverbrauch abnehmen, da durch den Überhitzer auch der Wirkungsgrad der Dampferzeugung verbessert wird. Ich kenne 1000pferdige Spinnerei-Betriebsmaschinen, die heute noch mit Sattdampf von 6,5 at arbeiten und dabei 8,5 kg/PS$_i$h oder nahezu das Doppelte des heute Erreichbaren verbrauchen.

Da neben der Dampfüberhitzung auch der Dampfdruck von großem Einfluß auf die Wärmeausnutzung ist, hat man diesen im Laufe der Jahrzehnte mit der Entwicklung des Kesselbaues auf rd. 15 at gesteigert. Zwar hat man vereinzelt auch schon höhere Drücke angewandt, aber für die üblichen mit guter Luftleere arbeitenden Dampfkraftanlagen erwartet man von weiterer Drucksteigerung keine wesentliche Verbesserung der Wärmeausnutzung mehr. Der thermische Wirkungsgrad einer vollkommen arbeitenden Kondensationsmaschine beträgt nämlich bei 15 at abs. Kesseldruck, 350° C Dampftemperatur und 0,1 at Kondensatorspannung, 28,5 vH; durch Übergang auf 50 at abs. bei gleicher Dampftemperatur erhöht sich der Wirkungsgrad auf 33,5 vH. Die Verbesserung des Wirkungsgrades ist somit im Verhältnis zu der außerordentlichen Drucksteigerung bei der Kondensationsmaschine recht bescheiden. Demgegenüber beträgt der thermische Wirkungsgrad einer mit Gegendruck von 5 at arbeitenden Maschine bei 15 at abs. Dampfdruck und 350° C Dampftemperatur 8,2 vH, während er bei 50 at und der gleichen Temperatur 15,3 vH erreicht. Der Erfolg der Drucksteigerung wächst sonach mit dem Gegendruck ganz erheblich; die wesentliche Bedeutung der Schmidtschen Versuche dürfte somit darin[3]) liegen, daß sie Möglichkeiten gezeigt haben, das Arbeitsgebiet der Gegendruckmaschinen bedeutend zu erweitern.

Verwendung des Maschinendampfes zu Heizzwecken.

Eine staatliche Elektrizitäts-Bewirtschaftungsbehörde bringt ihren Standpunkt zur Abdampfverwertung durch folgende Sätze zum Ausdruck: „Unter Abdampfverwertungsanlagen verstehen wir lediglich solche, die mit Gegendruckmaschinen arbeiten, im Gegensatz zu solchen, bei denen Zwischendampfentnahme erfolgt, in denen aber im übrigen große Frischdampfmengen verbraucht werden. Soweit es sich um Gegendruckanlagen handelt, sind wir mit Ihnen der Ansicht, diese im allgemeinen volkswirtschaftlichen Interesse befürworten zu wollen. Hingegen sind alle andern Anlagen mit Rücksicht darauf, daß die Brennstoffe in den meisten Fällen nicht mit der erforderlichen Wirtschaftlichkeit verwertet werden, keinesfalls zu befürworten."

Die aus diesen Worten zu erkennende Unklarheit über das Wesentliche der Frage macht es mir zur Pflicht, die Gelegenheit zu einer kurzen Aufklärung zu benutzen, umsomehr als gerade in der Textilindustrie Maschinendampf mit großem Erfolg zu Heizzwecken verwendet werden kann. Unsere Dampfkraftmaschinen (Dampfmaschinen oder Turbinen) nutzen von der Dampfwärme nur einen verhältnismäßig kleinen Teil aus; dieser wird um so größer, je größer das Temperatur- und Druckgefälle ist, das in der Maschine in Arbeit umgesetzt werden kann. Aber selbst bei der vollkommensten Maschine, die mit den heute üblichen hohen Anfangsdrücken und Anfangstemperaturen sowie mit guter Luftleere arbeitet, enthält der Abdampf noch mehr als 70 vH der Wärme des Frischdampfes. Wo man den Abdampf einer üblichen Kondensationsmaschine zu Heizzwecken verwerten kann, liegt der günstigste Fall der Abdampfverwertung vor; denn die Abwärme der Maschine wird ohne Nachteil für die Wirtschaftlichkeit der Dampfmaschine nutzbar gemacht. In diesem Fall müssen aber die Temperaturen, die für die Durchführung des Heizvorganges erforderlich sind, unter der Temperatur des Kondensatordampfes liegen. Warmes Wasser oder warme Luft von 50° C läßt sich z. B. noch mit Dampf von 0,2 at abs. erzeugen, wenn die Heizfläche entsprechend bemessen und durchgebildet wird. Höhere Temperatur des zu heizenden Körpers bedingt dagegen den Verzicht auf einen Teil des in der Maschine ausnutzbaren Gefälles, und damit steigt der Dampfverbrauch der Maschine für die Einheit der Leistung. Da der thermodynamische Wirkungsgrad der Kolbenmaschine mit steigendem Gegendruck wächst, nimmt ihr Dampfverbrauch entsprechend langsamer zu. Bei der Dampfturbine dagegen vermindert sich der Wirkungsgrad mit steigendem Gegendruck, deshalb steigt ihr Dampfverbrauch rascher. War der Dampfverbrauch der Kolbenmaschine bei guter Luftleere höher als der der Turbine, so ist häufig bei hohem Gegendruck das Umgekehrte der Fall.

Mit einer bestimmten zu Heizzwecken erforderlichen Dampfmenge erhält man sonach die höchste Maschinenleistung, wenn man mit möglichst niedrigem Gegendruck arbeitet, d. h. die Heizung aller Geräte und Maschinen mit Dampf von solchem Druck durchführt, daß seine Temperatur der erforderlichen Heiztemperatur tunlichst nahe liegt. Wo man Heizdampf von verschiedenen Temperaturen und Drücken braucht, erreicht man die beste Maschinenleistung, wenn man den gesamten Dampf bis zu dem Druck in der Maschine ausnutzt, welchen die Heizung erfordert. Damit kommt man zur Zwischendampfentnahme, und dieser Gedankengang führte auch vor etwa 20 Jahren zur Anwendung dieses Dampfausnutzungsverfahrens in den Bierbrauereien, wo die Aufgabe vorlag, das Bier mit Dampf von 2 bis 3 at zu kochen und außerdem bedeutende Warmwassermengen von rd. 50° C zu erzeugen[4]). Die Aufgabe, Abdampf von zwei oder mehr verschiedenen Drücken zu verwenden, kann auch durch mehrere mit verschiedenen Gegendrücken arbeitende Einzylindermaschinen gelöst werden, die unabhängig von einander oder als Zwillingsmaschinen arbeiten können.

In der Regel ist die verfügbare Abdampfmenge größer oder kleiner als der Bedarf an Heizdampf. Ist sie kleiner, so kann man den Abdampf vollkommen zu Heizzwecken nutzbar machen, im andern Fall geht, wenn eine reine Gegendruckmaschine benutzt wird, der überschüssige Abdampf verloren, oder man muß eine besondere Maschine aufstellen, worin der für Heizung nicht erforderliche Dampf bis zur Kondensatorspannung ausgenutzt wird. Gelingt es nicht, durch höheren Kesseldruck und höhere Dampftemperatur oder Aufstellung von Ausgleichbehältern (Wärmespeichern) den Maschinendampf im eignen Werk vollkommen auszunutzen, so bleibt nur die Möglichkeit, mehrere Werke zusammenzuschließen, oder der Anschluß an ein elektrisches Kraftwerk. Es sind verschiedene Anlagen im Bau, wo in dieser Weise eine vollkommene Verwendung des Heizdampfes zur Krafterzeugung erstrebt wird.

Dampfverwendung zu Heizzwecken.

Hier kommen folgende Möglichkeiten in Betracht:

Raumheizung: Während früher fast allgemein die unmittelbare Dampfheizung angewandt wurde, hat in den letzten Jahren die Dampfluftheizung stark Eingang gefunden. Bei der Wahl der Heizart muß man beachten, daß für viele Arbeitsräume der Textilfabriken neben der Heizung die dauernde Erhaltung einer bestimmten Luftfeuchtigkeit unerläßlich ist. In andern Werkstätten wird die Luft durch die Kochvorgänge mit Wasserdampf belastet, so daß Entnebeleinrichtungen geschaffen und fast das ganze Jahr betrieben werden müssen. Schließlich ist für manche Arbeitsvorgänge die Reinigung der Luft von Staub usw. erforderlich. Für einen großen Teil der Werkstätten dieser Industrie muß man sonach die Luft neben der Heizung noch anderweitig behandeln, und schon aus diesem Grunde liegt es nahe, Luftheizung anzuwenden.

[1]) Zeitschr. d. Bayr. Rev. Ver. 1916 S. 73 u. f.: „Versuche an einem Stierlekessel", von V. Kammerer.
[2]) Zeitschr. d. Bayr. Rev. Ver. 1913 S. 31 u. f.: „Umbau von Dampfmaschinen", von Phil. Stauf.
[3]) Z. 1920 S. 663 „Hochdruckdampf bis 60 at", von O. Hartmann.
[4]) Zeitschr. d. Bayr. Rev. Ver. 1902 S. 46 u. f.: „Der Einfluß d. Dampfkochung auf die Dampfanlagen der Bierbrauereien", von Ch. Eberle. Desgl. 1904 S. 183 u. f.: „Die neue Dampfanlage der Pschorrbrauerei in München", von Ch. Eberle.

Sowohl unmittelbare Dampfheizung als auch Dampfluftheizung kann man mit Dampf von 0,1 bis zu 5 at abs. betreiben. Es gibt schon verschiedene Fabrikheizungen[1]), die mit dem Kondensatordampf der Betriebsdampfmaschinen unmittelbar gespeist werden und ihren Zweck ohne erheblichen Druckverlust, also auch ohne Opfer an Luftleere erfüllen, aber auch Dampfluftheizungen, bei denen die Lufterwärmung durch Kondensatordampf erfolgt.

Wärmeverbrauch und Wärmeausnutzung der Heizanlagen werden im übrigen durch die Güte und Zweckmäßigkeit der Ausführung und die Sorgfalt der Wartung und Instandhaltung, vor allem aber auch durch die Ausführung und Erhaltung der Gebäude stark beeinflußt.

Warmwasserbereitung: Warmwasser ist in Wollwäschereien, Bleichereien und Färbereien mit Temperaturen von etwa 40 bis 100° C oft in außerordentlich großen Mengen nötig. Soweit Maschinendampf zur Verfügung steht, kann man ihn mit einem der geforderten Temperatur entsprechenden Druck verwenden. Wasser von 70° C läßt sich noch mit Dampf von 0,5 at abs. herstellen. Es kann aber auch wirtschaftlicher sein, das Wasser zunächst mit Dampf von 0,1 at abs. auf 40° zu erwärmen und die weitere Erwärmung mit Zwischendampf vorzunehmen. Für beide Lösungen liegen zahlreiche Beispiele vor. Nicht selten heizt man Wasser- und Farbbäder u. dergl. durch unmittelbar in die Flüssigkeit eintretenden Dampf. Wo frischer Kesseldampf hierzu verwendet wird, bestehen gegen seine Mischung mit dem Wasser kaum Bedenken; es sei denn, daß der Dampf aus dem Kessel für das Arbeitsgut schädliche Bestandteile mitreißt. Auch den Arbeitsdampf von Turbinen kann man unbedenklich benutzen. Soll jedoch Abdampf von Kolbenmaschinen Verwendung finden, so kann der Ölgehalt des Dampfes für den

Abb. 1 bis 3: Wolltrockenmaschinen.

[1]) Archiv für Wärmewirtschaft 1921 S. 39 u. 181 u. f.; Z. 1921 S. 898

Arbeitsvorgang nachteilig sein. Man hat zwar auch schon Al dampf von Kolbenmaschinen in Farbflotten eingeleitet, ohne da sich selbst in jahrelangem Betrieb daraus Schwierigkeite ergeben hätten. Wo Bedenken gegen die Einführung solche Dampfes bestehen, muß man entweder mittelbare Heizung wähle oder, falls dies nicht möglich ist, durch Einschaltung eine Wärmeaustauschers die Wärme des Abdampfes auf Frischdamp übertragen. Ist auch diese Lösung nicht durchführbar, so mu man der Kesselanlage Frischdampf entnehmen.

Bis zu welchem Grade die Wärmeausnutzung bei einer m Abwärmeverwertung arbeitenden Dampfmaschine gesteigert wer den kann, mag aus folgenden Versuchsergebnissen entnomme werden: Eine Zweifach-Expansionsmaschine von 1000 PS mi 12 at abs. Anfangsdruck und rd. 300° C Dampftemperatur arbeite mit der üblichen Luftleere von rd. 65 cm Q.-S. Der gesamte Kon densatordampf wird zur Erzeugung von warmem Wasser un warmer Luft von 45° C verwendet. Mit Zwischendampf wir das Warmwasser auf 70° C weitererwärmt. Bei einem im Mai 192 durchgeführten Versuch wurde die Wärmemenge gemessen, di noch mit dem Kondensatorkühlwasser abfließt. Bei 880 PS Lei stung der Maschine gab der Kondensator 11 700 kg/h Ausguß wasser ab, dessen Temperatur von 11 auf 22° C gesteigert wor den war. Die abgeführte Wärmemenge betrug sonach 11 700 × 11 = 128 700 kcal/h. Mit dem Frischdampf wurden der Maschin rd. 3 100 000 kcal/h zugeführt. Von dieser Wärme gehen daher nur noch $\frac{128\,700 \cdot 100}{3\,100\,000} = 4$ vH in das Ausgußwasser. Nimmt man den Strahlungsverlust der Maschine und der Vorwärmer seh hoch mit 11 vH an, so werden 85 vH der der Maschine zugeführten Wärme als Arbeit un Wärme nutzbar gemacht.

Beheizung von Trocknern: Textilstoffe trockne man zum Teil auf Trockenzylindern, die im Innern mi Dampf geheizt werden und auf deren Mantel man die Ware auflegt. Weit größer ist jedoch die Zahl der Trockenmaschinen, in denen man mittels heißer Luft trocknet. Die Luft wird in Lufterhitzern auf die erforderliche Temperatur gebracht. Wesentlich steigt der Wirkungsgrad oder die Wärmeausnutzung jeder Lufttrockenanlage mit der Temperatur der Luft beim Austritt aus dem Trockner, und mit dem Grad der Sättigung, welche die Luft beim Bestreichen der Ware erreicht. Aus Gründen der Wärmeersparnis soll man danach streben, den Trockenvorgang mit möglichst hoher Temperatur und möglichst vollkommener Sättigung der Abluft durchzuführen. Für die meisten Textilstoffe werden Temperaturen von 50 bis 80° C verwendet, und nur für vereinzelte Vorgänge sind Temperaturen bis zu 100° C und darüber zulässig. Auch in den Trockenmaschinen dient der Dampf dazu, Luft zu erwärmen, und zwar im allgemeinen auf weniger als 100° C. Bei genügender Bemessung der Heizflächen müßte sonach fast immer Dampf von 1 at abs. oder wenig darüber genügen. Die Trockner, die aber heute in der Textilindustrie im Gebrauch sind, fordern infolge der Bemessung und Bauart der Heizflächen Dampfdrücke von 1 bis 5 at. Das erschwert die Verwertung des Maschinendampfes in Textilfabriken außerordentlich; denn sollen die Trockner mit Maschinenabdampf geheizt werden, so muß die Dampfmaschine mit entsprechend hohem Gegendruck arbeiten. Das ist aber in bestehenden Anlagen mit verhältnismäßig niedrigem Kesseldruck unmöglich, und so wird es nötig, die gesamte Dampfanlage zu ersetzen, wenn man eine vollkommene Ausnutzung des Maschinendampfes zu Heizzwecken erreichen will.

Der den Trockenmaschinen zugeführte Dampf wird bei sehr vielen, besonders älteren Trockenmaschinen, für den eigentlichen Trockenvorgang außerordentlich schlecht ausgenutzt; durch Verbesserung dieser Maschinen könnte man den gesamten Wärmeverbrauch der Textilfabriken häufig bedeutend vermindern.

Versuche an Trockenmaschinen der Textilindustrie.

Wolltrockenmaschinen, Zahlentafel 3. Die untersuchten Maschinen sind in Abb. 1 bis 3 schematisch dargestellt. Die Maschine nach Abb. 1, woran der Versuch II durchgeführt wurde, ist von ältester Bauart. Die Wolle wird auf endlosem Band durch den Trockenraum geführt. Die Trockenluft strömt nach Erwärmung in einem Röhrenlufterhitzer im Gegenstrom zur Wolle durch den Trockenraum und wird sodann abgeführt. An Maschinen nach Art von Abb. 2 haben die Versuche III und IV stattgefunden. Während bei Versuch III nur Frischluft eingeführt wurde, ist bei Versuch IV ein Teil der Abluft zurückgeführt worden. Die Ware durchläuft hier den Trockner von oben nach unten auf drei endlosen Bändern. Die von unten eintretende Trockenluft wird an einem Rippenrohrkörper erwärmt und durch zwei Ventilatoren abgeführt. Abb. 3 zeigt eine Kastentrockenmaschine; in diese wird die Wolle auf Gitterhorden eingebracht, die während des Trockenvorganges von oben nach unten sinken und unten entnommen werden. Die Erwärmung der Trockenluft erfolgt in einem Röhrenlufterhitzer, durch den sie mittels Ventilators geblasen wird. An dieser Maschine wurde Versuch I durchgeführt. Die Untersuchungen erstreckten sich hier wie bei den später besprochenen Tuchtrocknern auf die Feststellung der Trockenleistung, des Wärmeverbrauchs, der Temperatur

ıd des Feuchtigkeitsgehaltes der ein- und austretenden Luft, wie auf die Messung der Luftmenge.

Von den in Zahlentafel 3 zusammengestellten Ergebnissen rdient zunächst der Dampfverbrauch für 1 kg Wasserverdampfung besondere Beachtung. Dieser hat bei den ersuchen I bis IV 7,64, 5,92, 3,34 und 3,33 kg betragen. Zur ·klärung dieses auch noch beim Versuch IV ungünstigen Erbnisses sind die übrigen Versuchswerte zu benutzen. Man ernnt daraus, daß bei den Versuchen II, III und IV nur 43,1, 57 ıd 64,6 vH der vom Dampf im Lufterhitzer abgegebenen Wärme ır Erwärmung der Ware, zur Wasserverdampfung und zur Lufterwärmung nutzbar gemacht wurden. Dieses Verhältnis kann man als den Wirkungsgrad der Isolation bezeichnen, denn es gibt an, welcher Teil der dem Trockner zugeführten Wärme durch Ausstrahlung verloren wird.

Ein weiterer Grund für den zu hohen Wärmeverbrauch der Trockner ist die schlechte Ausnutzung der Luft für den Trockenvorgang. Bekanntlich wächst die Ausnutzung der Trockenluft mit der Temperatur und der Sättigung der Abluft. Bei den vorliegenden Versuchen schwankt die Temperatur der Abluft zwischen 36 und 59° C und ihre Feuchtigkeit zwischen 23,87 und 47,5 vH. Um einen Gütemaßstab für die untersuchten Trockner

Zahlentafel 3. Versuche an Wolltrockenmaschinen.

Lfd. Nr.			Versuch Nr. I	II	III	IV
	zugeführte Wolle:					
1	Gesamtgewicht, naß	kg/h	72	119,91	313,7	240,3
2	Temperatur	°C	22	22,9	17	24
3	Wassergewicht	kg/h	—	46,36	124,7	99,7
	abgeführte Wolle:					
4	Gesamtgewicht, naß	kg/h	40,6	103	223	149
5	Temperatur	°C	87,5	36	53	35
6	Wassergewicht	kg/h	—	29,45	34	8,4
7	Gewicht der absolut trocknen Wolle	kg/h	—	73,55	189	140,6
8	Wasserverdampfung	kg/h	31,4	16,91	90,7	91,3
	Heizdampf:					
9	Druck	at abs.	2,36	8,78	6,17	2,62
10	Temperatur	°C	135,9	157,0	172,1	134,0
11	Kondensattemperatur	°C	102,5	102,2	142,9	100
12	Verbrauch	kg/h	240	100	302	303,5
13	Wärmeinhalt des Dampfes	kcal/kg	654,0	665,8	667,0	653,5
14	vom Heizdampf abgegebene Wärme	kcal/h	132 500	56 361	158 200	167 670
	Frischluft:					
15	Temperatur	°C	—	28,94	27,223	21,12
16	Feuchtigkeitsgehalt	vH	—	64	64,75	66,34
17	Barometerstand	mm Q.-S.	739,7	734,7	741,5	740,8
18	spez. Gewicht der trocknen Luft	kg/m³	—	1,10	1,12	1,148
19	spez. Gewicht des Wasserdampfes	kg/m³	—	0,0183	0,0169	0,0122
20	spez. Gewicht der nassen Luft	kg/m³	—	1,1183	1,1369	1,1602
21	Wassergehalt von 1 kg trockner Luft	kg	—	0,0166	0,0151	0,0106
	Abluft:					
22	Temperatur	°C	59,45	36,44	46,74	38,18
23	Feuchtigkeitsgehalt	vH	23,87	47,5	40,97	40,76
24	spez. Gewicht der trocknen Luft	kg/m³	0,984	1,073	1,03	1,076
25	spez. Gewicht des Wasserdampfes	kg/m³	0,0303	0,0203	0,0292	0,019
26	spez. Gewicht der nassen Luft	kg/m³	0,0143	1,0933	1,0592	1,095
27	Wassergehalt von 1 kg trockner Luft	kg	0,0308	0,0189	0,0284	0,0176
28	von 1 kg Luft abgeführte Wassermenge	kg	—	0,0023	0,0133	0,0070
29	erforderliches Trockenluftgewicht	kg/h	—	7370	6810	12 900
30	von der Luft mitgebrachte Dampfmenge	kg/h	—	122	103	136
31	Frischluftgewicht	kg/h	—	7492	6913	13 036
32	verdampfte Wassermenge	kg/h	31,4	16,91	90,7	91,3
33	Gewicht der Abluft, naß	kg/h	—	7508,91	7003,7	13127,3
34	Rauminhalt der Abluft	m³/h	—	6900	6610	12 000
	Wärmeverbrauch:					
35	Erwärmung der Wolle	kcal/h	—	693	3400	588
36	Wasserverdampfung	kcal/h	18 880	9950	54 300	53 800
37	Lufterwärmung	kcal/h	—	13 626	32 438	53 730
38	insgesamt	kcal/h	—	**24 269**	**90 138**	**108 118**
39	$\frac{\text{Wärmeverbrauch [38]}}{\text{Wärmeaufwand [14]}} \cdot 100$	vH	—	**43,1**	**57**	**64,6**
40	$\frac{\text{Dampfverbrauch [12]}}{\text{Verdampfte Wassermenge [8]}}$	kg	**7,64**	**5,92**	**3,34**	**3,33**
41	höchste Temperatur der Trockenluft (angenommen)	°C	70	70	70	70
42	Feuchtigkeitsgehalt	vH	70	70	70	70
43	spez. Gewicht der trocknen Luft	kg/m³	0,780	0,774	0,782	0,781
44	spez. Gewicht des Wasserdampfes	kg/m³	0,1386	0,1386	0,1386	0,1386
45	spez. Gewicht der nassen Luft	kg/m³	0,9186	0,9126	0,9206	0,9196
46	Wassergehalt von 1 kg trockner Luft	kg	0,178	0,179	0,1775	0,1777
47	von 1 kg Luft abgeführte Wassermenge	kg	—	0,1624	0,1624	0,1671
48	erforderliches Trockenluftgewicht	kg/h	—	104	558	546
49	von der Luft mitgebrachte Dampfmenge	kg/h	—	1,73	8,4	5,8
50	Frischluftgewicht	kg/h	—	105,73	566,4	551,8
51	Gewicht des verdampften Wassers	kg/h	31,4	16,91	90,7	91,3
52	Gewicht der Abluft, naß	kg/h	—	122,64	657,1	643,1
53	Rauminhalt der Abluft	m³/h	—	134	713	700
	Wärmeverbrauch:					
54	Erwärmung der Wolle	kcal/h	—	2495	5000	2456
55	Wasserverdampfung	kcal/h	19 000	10 200	55 200	55 100
56	Lufterwärmung	kcal/h	—	1052	5864	6480
57	insgesamt	kcal/h	—	**13 747**	**66 064**	**64 036**
58	$\frac{\{\text{Wärmeverbrauch zur Erwärmung der Wolle} + \text{Wasserverdampfung [54+55]}\}}{\text{theoret. Wärmeaufwand [57]}} \cdot 100$	vH	—	**92,3**	**91,2**	**89,8**
59	$\frac{\text{theoret. Verbrauch des Idealprozesses [57]}}{\text{theoret. Verbrauch des wirklichen Prozesses [38]}} \cdot 100$	vH	—	**56,6**	**73,4**	**59,1**
60	Gesamtwirkungsgrad [58 × 59 × 39]	vH	—	**22,6**	**38,0**	**34,4**

zu gewinnen, habe ich im letzten Teil der Zahlentafel unter Annahme von 70 ° C Temperatur der Abluft und eines Feuchtigkeitsgehaltes von 70 vH den erforderlichen theoretischen Wärmeverbrauch berechnet und mit dem wirklichen Verbrauch der Trockner ins Verhältnis gesetzt. Dabei zeigt sich, daß ein vollkommener Trockner bei den angegebenen Abluftverhältnissen und der gemessenen Frischluft 89,8 bis 92,3 vH der zugeführten Wärme für die Warenerwärmung und Wasserverdampfung ausnutzen könnte. Der theoretische Verbrauch des Idealprozesses würde dann 56,6 bis 73,4 vH vom theoretischen Verbrauch des wirklichen Trockenvorganges betragen; der Gesamtwirkungsgrad der Trockner, d. i. das Verhältnis des theoretischen Wärm[e]verbrauches eines Idealprozesses mit Abluft von 70 ° C u[nd] 70 vH Feuchtigkeit zum Wärmeverbrauch bei dem wirklich[en] Trockenvorgang, hat bei den Versuchen II, III und IV 22,6 b[is] 38,0 vH betragen.

Tuchtrockenmaschinen, Zahlentafel 4. Auch die Versuche wurden an Maschinen ganz verschiedener Bauart durc[h]geführt. Abb. 4 zeigt eine Maschine, durch die die Ware i[n] acht Bahnen von oben nach unten läuft. Die Trockenlu[ft] wird in einem Röhrenlufterhitzer erwärmt und dem Trockenrau[m] an einem Ende, über die ganze Höhe verteilt, zugeführt, a[n]

Zahlentafel 4. Versuche an Tuchtrockenmaschinen.

Lfd. Nr.			Versuch Nr. I	II	III	IV	V
	zugeführtes Tuch:						
1	Gesamtgewicht, naß	kg/h	65,3	297,4	107,6	228	364
2	Temperatur	°C	18,5	22	16,1	18,5	24
3	Wassergewicht	kg/h	23,45	138,5	48,9	88	184,8
	abgeführtes Tuch:						
4	Gesamtgewicht	kg/h	41,85	158,9	58,7	140	179
5	Temperatur	°C	—	89,5	60	69,75	80
6	Wassergewicht	kg/h	0	0	0	0	0
7	Gewicht des absolut trocknen Tuches	kg/h	41,85	158,9	58,7	140	179
8	Wasserverdampfung	kg/h	23,45	138,5	48,9	88	184,8
	Heizdampf:						
9	Druck	at abs.	2,57	9,37	8,42	9,46	2,70
10	Temperatur	°C	131,3	177,0	171,5	176,8	158.3
11	Kondensattemperatur	°C	103,6	102,0	102,0	104,4	102.0
12	Verbrauch	kg/h	148	487	153,7	271	387
13	Wärmeinhalt des Dampfes	kcal/kg	652,5	665,7	665	666	666
14	vom Heizdampf abgegebene Wärme	kcal/kg	**81 200**	**274 300**	**86 320**	**152 500**	**218 500**
	Frischluft:						
15	Temperatur	°C	54	28,2	39,1	31,8	32.6
16	Feuchtigkeitsgehalt	vH	36,8	60,0	47,65	51,92	44.5
17	Barometerstand	mm Q.-S.	741,5	733,2	731,3	736,3	732.2
18	spez. Gewicht der trocknen Luft	kg/m³	0,998	1,106	1,052	1,092	1,088
19	spez. Gewicht des Wasserdampfes	kg/m³	0,0367	0,0166	0,0233	0,0173	0,0155
20	spez. Gewicht der nassen Luft	kg/m³	0,0347	1,1226	1,0753	1,1093	1,1035
21	Wassergehalt von 1 kg trockner Luft	kg	0,0368	0,015	0,0222	0,0159	0,0112
	Abluft:						
22	Temperatur	°C	—	61	62,42	68,0	54.5
23	Feuchtigkeitsgehalt	vH	—	27,2	29,14	18,25	41,75
24	spez. Gewicht der trocknen Luft	kg/m³	—	0,962	0,945	0,949	0,973
25	spez. Gewicht des Wasserdampfes	kg/m³	—	0,037	0,0422	0,0334	0,0425
26	spez. Gewicht der nassen Luft	kg/m³	—	0,999	0,9872	0,9824	1,0155
27	Wassergehalt von 1 kg trockner Luft	kg	—	0,0385	0,0446	0,0352	0,0437
28	von 1 kg Luft abgeführte Wassermenge	kg	—	0,0235	0,0224	0,0193	0.0295
29	erforderliches Trockenluftgewicht	kg/h	—	5900	2180	4560	6270
30	von der Luft mitgebrachte Dampfmenge	kg/h	—	88,5	48,5	72,5	89
31	Frischluftgewicht	kg/h	—	5988,5	2228,5	4632,5	6359
32	verdampfte Wassermenge	kg/h	23,45	138,5	48,9	88	184,8
33	Gewicht der Abluft, naß	kg/h	—	6127,0	2277,4	4720,5	6543,8
34	Rauminhalt der Abluft	m³/h	—	6130	2310	4810	6450
	Wärmeverbrauch:						
35	Erwärmung des Tuches	kcal/h	—	3440	825	2300	3210
36	Wasserverdampfung	kcal/h	—	83 400	29 700	53 400	110 000
37	Lufterwärmung	kcal/h	—	47 390	12 580	40 600	33 500
38	insgesamt	kcal/h	—	**134 230**	**43 105**	**96 300**	**146 710**
39	$\frac{\text{Wärmeverbrauch [38]}}{\text{Wärmeaufwand [14]}} \cdot 100$	vH	—	**49**	**50**	**63,1**	**67,1**
40	$\frac{\text{Dampfverbrauch}}{\text{verdampfte Wassermenge}}$	kg	**6,31**	**3,52**	**3,14**	**3,08**	**2,09**
41	höchste Temperatur der Trockenluft . . (angenommen)	°C	70	70	70	70	70
42	Feuchtigkeitsgehalt	vH	70	70	70	70	70
43	spez. Gewicht der trocknen Luft	kg/m³	0,782	0,772	0,77	0,778	0,771
44	spez. Gewicht des Wasserdampfes	kg/m³	0,1386	0,1386	0,1386	0,1386	0,1386
45	spez. Gewicht der nassen Luft	kg/m³	0,9206	0,9106	0,9086	0,9166	0,9096
46	Wassergehalt von 1 kg trockner Luft	kg	0,1775	0,1800	0,1805	0.1785	0,1800
47	von 1 kg Luft abgeführte Wassermenge	kg	0,1407	0,1650	0,1583	0,1626	0,1658
48	erforderliches Trockenluftgewicht	kg/h	166	840	308	541	1115
49	von der Luft mitgebrachte Dampfmenge	kg/h	6,13	12,6	6,85	8,6	15,8
50	Frischluftgewicht	kg/h	172,13	852,6	314,85	549,6	1130,8
51	Gewicht des verdampften Wassers	kg/h	23,45	138,5	48,9	88	184,8
52	Gewicht der Abluft, naß	kg/h	195,58	991,1	363,75	637,6	1315.6
53	Rauminhalt der Abluft	m³/h	212	1082	400	695	1445
54	Wärmeverbrauch:						
	Erwärmung des Tuches	kcal/h	690	2440	1010	2310	2640
55	Wasserverdampfung	kcal/h	14 300	83 700	29 900	53 500	111 500
56	Lufterwärmung	kcal/h	737	8609	2305	5100	8948
57	insgesamt	kcal/h	**15 727**	**94 749**	**33 215**	**60 910**	**123 088**
58	$\frac{\left\{\begin{array}{c}\text{Wärmeverbrauch zur Erwärmung des Tuches} \\ + \text{Wasserverdampfung [54 + 55]}\end{array}\right\}}{\text{theoret. Wärmeaufwand [57]}} \cdot 100$	vH	**95,3**	**91**	**93**	**91,8**	**92,5**
59	$\frac{\text{theoret. Verbrauch des Idealprozesses [57]}}{\text{theoret. Verbrauch des wirklichen Prozesses [38]}} \cdot 100$	vH	—	**70,5**	**77,0**	**63,3**	**84.0**
60	Gesamtwirkungsgrad [58 × 59 × 39]	vH	—	**31,4**	**35,8**	**36,7**	**52,0**

nderen Ende ins Freie abgeleitet. Abb. 5 stellt dagegen ine Spannrahmen-Trockenmaschine dar, durch die die Ware in ehn Bahnen läuft. Die Trockenluft tritt an einem Ende nach rwärmung in einen Röhrenlufterhitzer ein und wird am ndern Ende zum Teil ins Freie abgelassen, zum Teil zum Ventilator zurückgesaugt, um aufs neue am Trockenvorgang teilzunehmen. Außer der erwärmten Luft tritt auch sogenannte Kühlluft in den unteren Teil der Maschine ein, hauptsächlich zu dem weck, der ablaufenden Ware einen Teil der von ihr aufgenommenen Wärme zu entziehen.

Abb. 4. Tuchtrockenmaschine.

Versuch I wurde an einer durch Abb. 4 dargestellten Maschine durchgeführt; während Abb. 5 eine Maschine darstellt, an welcher die Versuche II und V stattfanden. Die Versuche III und IV fanden an zwei einander sehr ähnlichen Maschinen ohne Umführung der Arbeitsluft statt; das Trockengut durchläuft die Maschine in vier Bahnen.

Die Ergebnisse der Versuche an diesen Maschinen habe ich in Zahlentafel 4 in der gleichen Weise bearbeitet, wie die früheren. Der Dampfverbrauch für 1 kg verdampftes Wasser schwankte bei diesen Versuchen zwischen 2,09 und 6,31 kg, also in ähnlichen Grenzen, wie bei den Wolltrockenmaschinen. Der sogenannte Wirkungsgrad der Isolation bewegt sich zwischen 49 und 67,1 vH und für den Gesamtwirkungsgrad ergaben sich Werte zwischen 31,4 und 52,0 vH. Nur bei der durch Versuch V untersuchten Maschine, deren Wirkungsgrad den der übrigen Maschinen weit hinter sich zurück ließ, wurde bei 54,5° C Ablufttemperatur ein Feuchtigkeitsgehalt von 41,75 vH gemessen, während er bei den übrigen Versuchen zwischen 18,25 und 29,14 vH schwankte.

Auf Grund der vorliegenden Versuche, die durch weitere ergänzt werden, soll kein ab-

Abb. 5. Spannrahmen-Tuchtrockenmaschine.

schließendes Urteil über die Trockner der Textilindustrie abgegeben werden; nur folgende, für wärmewirtschaftliche Maßnahmen wesentliche Tatsachen seien festgestellt.

1. Obwohl in allen Trocknern Luft von weniger als 70° C zu erwärmen war, wurde zum Betrieb der Lufterhitzer Dampf von 2,36 bis 9,46 at abs. benutzt.
2. Der Wirkungsgrad der Isolation betrug zwischen 43 und 67 vH.
3. Die Sättigung der Abluft war bei allen Versuchen sehr gering.
4. Der Gesamtwirkungsgrad betrug zwischen 22,6 und 52,0 vH. [1638]

Abhitzeverwertung bei Kupfer-Raffinieröfen.

Das Bestreben, die großen Abhitzemengen von Kupfer-Raffinieröfen zur Dampferzeugung zu verwerten, ist schon alt. Kupfer-Raffinieröfen sind Flammöfen, über deren Herd die in der Regel aus einer mit Unterwind betriebenen Halbgasfeuerung kommende Flamme hinweg streicht; die Flamme zieht am Herdende in den Schornsteinfuchs ab.

Obwohl die Frage der Abhitzeverwertung dieser Öfen in den beteiligten Kreisen oft genug erörtert worden ist, hat man vielleicht aus Rücksicht auf zu befürchtende Betriebschwierigkeiten (Verminderung der Ofenleistung, Verschmutzung der Heizflächen durch Flugstaub usw.) von der Aufstellung von Abhitzekesselanlagen abgesehen. Jedenfalls sind mir derartige und mit nennenswertem Erfolg arbeitende Anlagen bis heute nicht bekannt geworden. Meiner Anregung über die Verwendung von Saugzug ist seinerzeit ein großes Stahlwerk gefolgt, und 1914 wandte sich auch eine große Kupferhütte an mich.

Die in Frage kommenden Öfen dieser Hütte sind solche der eingangs gekennzeichneten Art, und zwar nach der Bauart des Grusonwerkes. Die mit einem Zwischenraum von etwa 6 m nebeneinander aufgestellten Öfen arbeiten zwar ununterbrochen, aber doch paarweise wechselseitig so, daß sich der eine Ofen im vollen Schmelzfeuer befindet, während der benachbarte andre Ofen nach beendeter Schmelze abgestochen und wieder mit Schmelzgut beschickt wird. Dieser wechselseitige Betrieb konnte nun so aneinander gereiht werden, daß, was für die geplante Abhitzekesselanlage sehr wesentlich war, die Ofenabhitze für alle 24 Tagesstunden als ungefähr gleichbleibend anzunehmen war.

Nach meinen Vorschlägen wurde eine Abhitzekesselanlage zunächst für zwei Öfen aufgestellt, die im April 1916 in Betrieb kam. Die aus Kessel, Überhitzer, Rauchgasvorwärmer und Saugzuganlage bestehende Anlage erfüllte die Erwartungen und Versprechungen, so daß im Oktober 1916 eine zweite, etwas größere Anlage für ein zweites Ofenpaar, Bauart Grusonwerk, in Auftrag gegeben und im Sommer 1917 abgeliefert wurde; auch diese Anlage arbeitet wie die erstgelieferte dauernd zur Zufriedenheit des Bestellers.

Aus einer Zusammenstellung der Betriebziffern, die die Kupferhütte mir im Juli 1922 übersandte, ist zu entnehmen, daß die Abhitzekesselanlage im Mittel während einer längeren Betriebzeit etwa 900 bis 1200 kg/h Dampf von 13 at abs. und 280° C aus Wasser von 16 bis 20° C erzeugt, wenn in dem Raffinierofen etwa 190 bis 200 kg/h Kohlen verfeuert und etwa 750 bis 835 kg/h Kupfer geschmolzen werden.

Nach den Angaben der Kupferhütte vom Januar 1914 hatte ein Ofen durchschnittlich etwa 625 kg/h Kupfer geschmolzen; trotz der Aufstellung des Abhitzekessels wurde aber infolge der Anwendung des Saugzuges als Zusatz zu dem bereits vorhandenen Unterwind diese Schmelzleistung des Ofens erhöht. Vor Aufstellung des Abhitzekessels war die Gießhalle stets voll Rauch, weil der Unterwind sehr viele unverbrannte Gase an allen undichten Stellen des Ofens und der Feuerungen hinausdrückte. Nach Aufstellung der Abhitzeanlage ist der Saugzug so eingestellt worden, daß an den Ofentüren usw. die Flammen weder eingesaugt noch hinausgedrückt werden, so daß wertvolle Wärmemengen dem Ofen erhalten bleiben und nach der Abhitzanlage geführt werden, und die Gießhalle fast rauchfrei bleibt.

Bei Inbetriebsetzung der ersten Anlage wurde der in dieser erzeugte Dampf unmittelbar der Dampfmaschine einer Verbundlokomobile zugeführt, deren Kessel und Feuerung kaltgelegt wurden. Die Lokomobile hatte für den von ihr erzeugten Dampf eine Verdampfziffer von 1 : 6,50. Es ist also berechtigt, für den in der Abhitzanlage erzeugten Dampf ebenfalls mit dieser Verdampfziffer zu rechnen, wenn man die Kohlenersparnis ermitteln will, die sich bei den besonders gefeuerten Lokomobil-Dampfkesseln der Hütte ergibt, die ja durch die Abhitzekessel entlastet werden. Hiernach ergibt sich im Mittel aus den vorgenannten Betriebziffern eine Ersparnis von etwa 160 kg/h Kesselkohlen oder von rd. 960 t in einem Jahr von 300 Arbeitstagen zu je 20 h. Es sei ferner erwähnt, was auch in dem Bericht der Hütte besonders betont wird, daß bei gleichförmigem und störungsfreiem Ofenbetrieb die Dampfleistung der Abhitzanlage auf etwa 1700 kg/h steigt.

Die Leistung einer Abhitzanlage ist in erster Linie abhängig vom Wirkungsgrad der zugehörigen Ofenanlage; je geringer dieser Wirkungsgrad, um so höher die Dampfleistung. Wenn man nun beachtet, daß es vollständig gleichgültig ist, wie gering der Wirkungsgrad eines hüttenmännischen Ofens sein mag, wenn nur die angeschlossene Abhitzekesselanlage so richtig bemessen und dem Ofen so gut angepaßt ist, daß die Ofenabhitzen bis auf den unvermeidlichen Restverlust ausgenutzt werden, dann wird man, einen Schritt weitergehend, der seit Jahren von mir vertretenen Forderung zustimmen, die aussagt: daß Öfen und Dampfkessel zusammengehören, und daß der Ofen als Vorfeuerung des Kessels betrachtet werden soll.

Dann wird man die Feuerung des Ofens so bemessen, daß sie für die geforderte volle Dampfleistung des geplanten Kessels zuzüglich des Wärmebedarfes des im Ofen zu verarbeitenden Glüh- oder Schmelzgutes genügt. Eine solche Anlage ist wirtschaftlicher als ein an sich sparsam arbeitender Ofen und ein besonders gefeuerter, ebenfalls mit befriedigender Wirtschaftlichkeit betriebener Dampfkessel.

Die von der Firma Franz Carl W. Gaab gebauten beiden Anlagen bilden den Beweis dafür, daß auch unter ganz besonders schwierigen Betriebsbedingungen (Flugstaub, Metalloxyde u. dgl.) arbeitende hüttenmännische Öfen mit Abhitzekesseln ausgerüstet werden können, die den Ofenbetrieb nicht stören und erhebliche Kohlenersparnisse abwerfen. [M 371]

Düsseldorf-Obercassel. C. Gaab.

Torffeuerung.

Von Direktor Moritz, Neumünster.

Es wird angegeben, unter welchen Umständen Torf als Brennstoff in größeren gewerblichen Betrieben verwandt werden kann und welche Einrichtungen zur wirtschaftlichen Verwendung erforderlich sind.

Die Beschaffung der erforderlichen Kohlen war schon bisher eine der schwierigsten Aufgaben für die Leitungen der industriellen Betriebe, und da sie wahrscheinlich demnächst noch schwieriger werden wird, ist die Ausnutzung aller außer der Kohle vorhandenen Kraftquellen für die Industrie ein Gebot der Selbsterhaltung. Unsere zahlreichen Torfmoore zählen zu diesen Kraftquellen; ihrer Verwendung stehen aber verschiedene Hindernisse entgegen, so daß sie noch nicht in wünschenswertem Umfang ausgenutzt werden. Wie diese Hindernisse überwunden werden und wie bei einem Kraftwerk von rd. 15 Mill. kWh heutiger Jahreserzeugung die erforderliche Kohle zum größeren Teil durch Torf wirtschaftlich ersetzt wird, ist nachstehend beschrieben.

Für die Möglichkeit der Torfverwendung ist eine nicht zu entfernte Lage des Verbrauchers von dem Moor oder von den Mooren Bedingung. Die Entfernung, innerhalb deren der Torfbezug noch wirtschaftlich ist, ändert sich infolge der Erhöhung der Frachtsätze fortwährend und muß für jeden Fall berechnet werden. Bei den Entschließungen hierüber muß man der künftigen Entwicklung der Kohlenpreise und der Bezugmöglichkeit Rechnung tragen sowie berücksichtigen, daß teurer Brennstoff immer noch besser ist als nichts.

Abb. 1. Kraftwerk Neumünster. Brennstoffverteilung 1922.

Um für das Kraftwerk Neumünster wenigstens einen Teil des Brennstoffs sicherzustellen, beteiligte sich die Stadt an dem zunächst gelegenen Torfwerk und schloß mit andern Verträge ab, die gewährleisten, daß der vorher auf seine Eigenschaften untersuchte Torf mit mindestens demselben wirtschaftlichen Ergebnis wie westfälische Nußkohle verwendet werden kann.

Der Preis wird zweckmäßig in Abhängigkeit vom Kohlenpreis gebracht; mit Rücksicht auf die Frachtenentwicklung und zur Sicherung einer nach Güte und Menge den Anforderungen entsprechenden Lieferung war die Beteiligung an den Torfwerken geboten.

Das gestattete auch, dahin zu wirken, daß die Torfgewinnungs- und Förderanlagen wirtschaftlich und sicher arbeiten und eine gewisse Stetigkeit der Lieferung erreicht wird.

Die für das Kraftwerk Neumünster Torf liefernden Moore haben einen Umfang von je 150 bis 200 ha und liegen im Umkreis von 37 km. In welchem Umfang und in welchem Verhältnis zum Wärmewert des gesamten Brennstoffbedarfs sie im Jahre 1922 an der Lieferung beteiligt waren, ist aus Abb. 1 ersichtlich. Inzwischen sind die Anlagen so verstärkt und ihr Betrieb so aus gebaut worden, daß 1923 mit ungefähr der doppelten Menge, als rd. 20 000 t, gerechnet werden kann, wofür sonst 10 000 t Kohle erforderlich wären.

Die auf dem Eisenbahnweg angelieferten Soden von 18×8×8 cm Größe werden in einem Brecher auf Faustgröße zerkleinert und durch ein Becherwerk in einen Hochbehälter gehoben, von wo aus der Torf über eine selbsttätige Wage auf den Rost gelangt. Gegenüber dem Kohlenbetrieb hat das Becherwerk für die gleiche Kesselleistung bei Torfbetrieb etwa die sechsfache Raummenge zu fördern. Daher machen sich Störungen in der Torfzufuhr schnell bemerkbar und bringen den Betrieb früher zum Erliegen. Der Brecher wird auch leicht durch Steine und dergl., die sich gelegentlich in den Torfsendungen befinden, beschädigt. Damit hierbei nicht Zahnräder und ähnliche schwerer ersetzbare Teile brechen, müssen Scherstifte oder sonstige Sicherungen vorhanden sein. Um den Betrieb des Werkes auch bei Beschädigung des Brechers fortführen zu können, muß man mit Rücksicht auf die Sperrigkeit der ungebrochenen Soden die Wage und die Rutschen entsprechend groß bemessen.

Solange die stetige Torfzufuhr nicht unbedingt sichergestellt ist, soll man beim Kesselhaus einen Torfvorrat lagern, der für ein halbes Jahr ausreicht, damit Stockungen in der Torfzufuhr überwunden werden.

Voraussetzung für die wirtschaftliche Verwendung von Torf ist das Vorhandensein einer geeigneten Sonderfeuerung. Der anfangs benutzte Halbgenerator-Treppenrost hat sich hier den Anforderungen nicht gewachsen gezeigt, die Roststäbe verbrannten teilweise, und die Vorrichtung zur Entfernung der Rückstände brannte fest. Schwierigkeiten entstanden auch durch Schlackenbildung. Daß bei reiner Torffeuerung Schlacken entstehen, dürfte nicht allgemein bekannt sein. Während bei Feuerraumtemperaturen unter 1600 ° C die hauptsächlich aus Kieselsäure bestehenden weißlichen Rückstände die Form groben Sandes haben, bildet sich bei höheren Temperaturen eine glasartige Schlacke von etwa folgender Zusammensetzung:

Kieselsäure unlöslich	62,90 vH
Kieselsäure löslich	1,49 „
Eisenoxyd	2,19 „
Tonerde	23,01 „
Magnesia	3,41 „
Kalk	6,89 „
Alkalien	0,09 „
Schwefelsäure	Spur

Die Untersuchung des Torfes hatte folgendes Ergebnis:

Heizwert 4165 kcal/kg	
Wasser (Feuchtigkeitsgehalt)	14,76 vH
Asche	1,64 „
Brennbares (Reinkohle)	83,60 „

Den Betriebserfahrungen entsprechend, wurde der Rost nach Abb. 2 umgebildet. Der obere Teil ist Treppenrost geblieben und dient zum Vortrocknen des Brennstoffs; der mittlere Teil hat verstärkte Planroststäbe, und die einzelnen Lagen sind so gegeneinander versetzt, daß das Schürgerät eingeführt werden kann. Die Rostenenden ruhen, da sie weiter in den Feuerraum hineinragen, auf wassergekühlten Balken; der Kühlwasserverbrauch beträgt 0,66 m³/h. Das Kühlwasser erwärmt sich von 12 auf 18 ° C. Am Fuß des Schrägrostes befindet sich noch eine wagerechte Lage Planroststäbe. Der Raum darunter wird mit Wasser gefüllt, das verdunstet und die Schlacke locker hält; die Schlacke entfernt man durch Feuertüren am Ende der Rostbahnen mittels einer Handkrücke.

Der Rost dieser Feuerung, über die bereits in Z. 1923 S. 4 berichtet wurde, hat, wie ersichtlich, seit jener Zeit noch bemerkenswerte Änderungen erfahren. Auf dem Rost schüttet sich der Torf so, daß an den Stellen, wo der Rost unterbrochen ist, keine falsche Luft eintritt. Der Wasserrohrkessel, der mit diesem Rost von 16,38 m² ausgerüstet ist, hat 400 m² wasserberührte Heizfläche und ist für 14 at und Überhitzung auf 400° C gebaut. Vorwärmer und Saugzug sind vorhanden.

Nach 2000stündigem Betrieb hat der Dampfkesselrevisionsverein Altona durch einen nach den Regeln des Vereines deutscher Ingenieure vorgenommenen Versuch einen Gesamtwirkungsgrad der Kesselanlage von 82,6 vH, eine Verdampfziffer von 4,3, einen mittleren Dampfdruck von 11,8 at und eine mittlere Heißdampftemperatur an der Entnahmestelle von 351° C festgestellt. Die Verbrennung war nach Ausweis des CO_2-Diagramms gut und die Schornsteinverluste waren gering. Die Leistung des Kessels auf 1 m² Heizfläche, die während des Versuchs im Mittel

,4 kg/h betragen hatte, ist später leicht auf 38 kg/h gesteigert orden.

Derartige Leistungen können aber nur mit Torf von gegneter Beschaffenheit erreicht werden; daß der Feuchtigkeitshalt die zulässige Grenze nicht überschreitet, darf als selbstrständlich vorausgesetzt werden; außerdem ist erforderlich, daß r Torf den nötigen Grad der Zersetzung und genügende Dichte it. Torf mit solchen Eigenschaften verbrennt mit langer weißer lamme. Loser Torf und solcher mit hohem Gehalt an Wasser ler Unverbrennlichem, besonders Sand, ist für Kesselfeuerungen ngeeignet; er bildet keine nennenswerte Flamme, und das Feuer t rot. Bei derartigem Torf kann es vorkommen, daß überhaupt ine merkliche Dampferzeugung mehr stattfindet und die Feuerhwierigkeiten so groß werden, daß der Kessel außer Betrieb esetzt werden muß.

Für die Überwindung vorübergehender Schwierigkeiten bieten lzusatzfeuerungen, s. Abb. 1, hervorragenden Nutzen. Die Vergenheiten, die sich bei ungeeignetem Torf aus dem steigenden ampfbedarf beim Sinken des Kesseldruckes ergeben, treten nicht in, wenn zwei oder mehr Öldüsen rechtzeitig in Betrieb geommen werden. Die Ölfeuerungen brauchen selten länger als 0 min in Betrieb zu bleiben, da inzwischen wieder geordnete Zutände auf dem Rost geschaffen werden können, und ihre Kosten achen sich in kurzer Zeit bezahlt.

Dem Abschluß über eine Torflieferung geht zweckmäßig rst eine Erprobung während einer angemessenen Zeit im Beriebe voraus. Die „Grundsätze für die Bewertung von Brennorf aus nordwestdeutschen Hochmooren" sind bei den Verrägen zu berücksichtigen.

Umfassende Betriebskontrolle ist bei dem in seiner Zuammensetzung wechselnden Torf in noch höherem Maß als bei nderen Brennstoffen erforderlich und für die wirtschaftliche erwendung von Torf unerläßlich; über alle Vorgänge auf dem Rost und im Kessel muß laufend Übersicht gegeben werden. Selbsttätige Brennstoffwagen, Speisewassermesser, selbstschreiende Manometer, Thermometer und Rauchgasprüfer am Kesselnde und am Schornstein, Zugmesser und Zugdifferenzmesser sind daher unentbehrlich. Die Abneigung der Heizer gegen diese Geräte läßt sich durch eingehende Belehrung über Zweck und Wirkungsweise an der Hand von Plänen und Zeichnungen und vor dem Kessel sowie durch Vergütungen für niedrige Schornsteinverluste überwinden. Diese Schornsteinverluste werden zweckmäßig durch Personen festgestellt, die nicht an der Vergütung beteiligt sind. Die Geräte werden durch einen Techniker instandgehalten, der ebenso wie der Betriebsingenieur an der Vergütung beteiligt ist. Der Betriebsingenieur hat nachzuweisen, daß die von der Buchhaltung eingetragenen Ausgaben für Brennstoffe mit den für die Berechnung der Vergütung benutzten übereinstimmen.

Die Abhängigkeit der an der Vergütung beteiligten und nicht beteiligten Personen voneinander gewährleistet eine gegenseitige Überwachung, die noch erhöht wird, wenn man im Kesselhaus einen Wochenvordruck aushängt, worin die Ergebnisse der einzelnen Schichten eingetragen werden.

Da man in den meisten Fällen einen angemessenen Torfvorrat beim Kesselhaus lagern muß, so entstehen durch die Beförderung vom Lager zum Kesselhaus weitere Kosten, die durch selbsttätige Fördervorrichtungen vermindert werden müssen. Eine Einrichtung, die nur geringen Kostenaufwand verursacht und die sonst dafür erforderliche Arbeiterzahl vermindert, ist folgende: Vom Brechermotor wird ein endloses Seil angetrieben, das die auf Feldbahngleisen laufenden Muldenkipper bis zur Mitte der Torfhaufen und von dort zum Brecher bringt; an den Endstellen werden die Wagen selbsttätig abgekuppelt. Von einer Drehscheibe führen strahlenförmig Feldbahngleise zu den einzelnen Torfhaufen. Bedienung ist dann nur noch vor der Drehscheibe und am Brecher erforderlich.

Abb. 2. Torfkesselrost.

Zu erwähnen sind noch die geringen Kosten der Erhaltung des in Abb. 2 abgebildeten Rostes; sie betragen noch nicht 5 vH derjenigen Kosten, welche der Wanderrost eines gleichen mit Steinkohlen geheizten Kessels erfordert.

Trotz des regenreichen Sommers 1922 konnten für das Kraftwerk Neumünster über den Winter reichende Torfmengen beschafft werden. Die wirtschaftlichen Ergebnisse erkennt man aus folgenden Zahlen: Seit Oktober 1921 sind 13 600 t Torf verheizt worden, die in Wärmewert und Preis rd. 6800 t bester deutscher Nußkohle im Wert von rd. 34 Mill. M. entsprechen. Für englische Kohlen wären in der gleichen Zeit rd. 45 vH mehr zu zahlen gewesen. Es sind also 15,3 Mill. ℳ erspart worden. Neben dieser unmittelbaren Ersparnis am Volksvermögen ergeben sich noch beachtliche mittelbare volkswirtschaftliche Vorteile, wie die Gewinnung von Grünland sowie die Beschäftigung zahlreicher Arbeiter auf den Mooren und bei der Herstellung der für die Torfgewinnung erforderlichen Maschinen. [1639]

Braunkohle und Torf als Lokomotivbrennstoffe.

Von Regierungsbaurat Dr. Landsberg, Berlin.

Gewinnung und Verarbeitung der Brennstoffe — Mahlen und Handhaben des Brennstoffstaubes — Mitführung und Verfeuerung des Brennstoffstaubes auf der Lokomotive — Zusammenfassung.

In zunehmendem Maße hat die Entwicklung der Brennstoffwirtschaft in Deutschland gezeigt, daß hier in erster Linie die Wahl der Sorten den Ausschlag gibt. Die früher fast allein benutzte Darstellung der Anteile der verschiedenen Verbraucher an dem Gesamtkohlenverbrauch Deutschlands gestattet keinen genügenden Einblick in diese Verhältnisse, da über die Sorten nichts gesagt wurde. Wie in den letzten Jahren, wird es auch in absehbarer Zukunft nötig sein, sich genau Rechenschaft darüber zu geben, in welchem Umfange die einzelnen Kohlensorten zur Verfügung stehen, welche Verbraucher auf gewisse Sorten unbedingt angewiesen sind, bei welchen Verbrauchern diese Sorten durch andre ersetzt werden können und wie durch sachgemäße Verteilung der Inlanderzeugnisse die vom Ausland zuzukaufende Brennstoffmenge möglichst eingeschränkt werden kann.

Welche Rolle bei diesen Überlegungen die westfälische Fettkohle spielt, darf heute als allgemein bekannt vorausgesetzt werden. Der wirtschaftliche und politische Kampf an der Ruhr geht um diese wertvollste Kohlensorte. Die daraus hergestellten Koks haben kaum zu übertreffende Eigenschaften und sind für die Hütten, insbesondere die Eisenhütten-Industrie, nicht zu entbehren; die Kohle selbst ist infolge ihres Verhaltens bei der Verbrennung die wichtigste Feuerkohle der Industrie. Ihr hoher Heizwert macht sie für die Beförderung besonders geeignet. Aus diesen Gründen wird sie auch in überwiegendem Maße für die Lokomotivfeuerung verwendet. Es ist daher besonders wichtig, den Bedarf an Lokomotivkohle nicht nur zu dem gesamten Brennstoffbedarf Deutschlands, sondern vor allem auch zu der gewonnenen Menge an Fettkohle ins Verhältnis zu setzen. Aus den beiden folgenden Zusammenstellungen[1]) geht dieser Zusammenhang klar hervor:

	Gesamtförderung an Steinkohlen	Bedarf an Steinkohlenerzeugnissen bei den Deutschen Staatseisenbahnen	
	Mill. t	Mill. t	vH
1913	190,11	16,3	8,55
1920	131,34	15,9	12,10
1921	136,21	15,9	11,70

	geförderte Fettkohlen der Ruhr		verwendet zur Herstellung von Koks und Briketts	verfügbar als Kohle (Rest)
	Anteil an der Gesamtförderung vH	Mill. t	Mill. t	Mill. t
1913	64,5	65,60	17,48	48,12
1919	67,02	48,40	16,40	32,00
1920	66,52	60,96	20,46	40,50

Die Inanspruchnahme der Fettkohle durch die Reichsbahn läßt sich in folgender Weise berechnen: Im Jahr 1920 wurden 60,96 Mill. t Fettkohle gefördert; nach Abzug derjenigen Mengen,

[1]) Nach den Jahresberichten des Rhein.-Westf. Kohlensyndikats; vgl. auch Kap. XXVI „Brennstoffwirtschaft" in „Das Deutsche Eisenbahnwesen der Gegenwart" (Hobbing, 1922).

welche zur Herstellung von Koks und Briketts verbraucht worden sind, waren noch 40,5 Mill. t verfügbar. Die Reichsbahn erhielt außer Briketts noch 10 Mill. t Lokomotivbrennstoff von der Ruhr. Hiervon waren ein Fünftel, also 2 Mill. t, Koks, die 3 Mill. t verarbeiteter Fettkohle entsprachen. Danach wurden von der verarbeiteten Fettkohle 15 vH, von dem verfügbaren Rest 20 vH durch die Reichsbahn in Anspruch genommen. Für das Jahr 1921 lagen etwa die gleichen Verhältnisse vor. Seit dieser Zeit mußte infolge der Wiedergutmachung, die sich in steigendem Maß auf Fettkohle und Koks erstreckte, und infolge der Abtrennung von Oberschlesien der Fehlbetrag im wesentlichen durch englische Kohle gedeckt werden. Unter diesen Umständen muß sich der Wirtschaftspolitiker die Frage vorlegen, ob es richtig ist, einen der wertvollsten Bodenschätze Deutschlands zu verbrauchen, oder ob man diesen Verbrauch durch Heranziehen anderer für die Herstellung hochwertiger Güter und für die Abgabe an den Weltmarkt weniger geeigneter Brennstoffe einschränken kann. Der Techniker, der diese Frage zu beantworten hat, darf sie in Anbetracht ihrer Bedeutung erst dann verneinen, wenn alle technischen Möglichkeiten unter Würdigung der Bedingungen des Eisenbahnbetriebes geprüft sind. Eine der ersten Bedingungen ist die Möglichkeit, eine bestimmte Menge von Wärmeeinheiten auf der Lokomotive mitzuführen, und die außergewöhnlich hohe Beanspruchung der Rost- und Heizfläche. Deshalb scheiden die sogenannten minderwertigen Brennstoffe aus, das sind solche Brennstoffe, die infolge ihrer Zusammensetzung (hoher Wasser- und Aschengehalt und Mangel an flüchtigen Bestandteilen) oder ihrer Struktur (z. B. kleine Körnung, geringes Schüttgewicht) nur in besonderen Einrichtungen oder mit besonderen Hilfsmitteln verfeuert werden können. In Betracht kommen dagegen Brennstoffe, die wirtschaftlich in eine für den vorliegenden Zweck brauchbare Form gebracht werden können. Dies trifft auf Braunkohle und Torf zu, allerdings nicht bei der heute in Deutschland üblichen Form der Veredelung dieser Brennstoffe zu Briketts oder Soden. Nur zu untergeordneten Betriebzwecken und daher nur in geringem Umfange können sie in dieser Form für die Feuerung in Lokomotiven benutzt werden. Es bedarf anderer Hilfsmittel, um diese auch im veredelten Zustande weniger heizkräftigen Brennstoffe der Lokomotivfeuerung anzupassen. Der einzige hierfür von der Technik der Neuzeit bisher gewiesene Weg scheint die Staubfeuerung zu sein, die sich durch einen guten feuerungstechnischen Wirkungsgrad, durch leichte Regelbarkeit und durch weitgehende Ausschaltung der Handarbeit auszeichnet und gerade durch diese Eigenschaften wesentliche Bedingungen des Lokomotivbetriebes erfüllen könnte. Ob die genannten Brennstoffe, insbesondere die Braunkohle, als getrockneter Staub bei der Handhabung und Mitnahme auf Lokomotiven nicht größere Gefahren als bei den bewährten ortfesten Anlagen mit sich bringen, bedarf noch der Prüfung. Nicht nur aus diesem Gesichtspunkt, sondern auch mit Rücksicht auf die Bedeutung der Öle für die Volkswirtschaft, wäre es vorzuziehen, wenn man die Braunkohle vorher schwelen und als gemahlenen Grudekoks, Halbkoks u. dergl. verfeuern könnte.

Über die Aufgaben, die bei den angedeuteten Bestrebungen entstehen, liegen im einzelnen bereits Erfahrungen vor.

Gewinnung und Verarbeitung der Brennstoffe.

Für Braunkohle braucht über die Gewinnung selbst nichts gesagt zu werden. Bei ihrer Auswahl für den gedachten Zweck braucht man, wie später gezeigt wird, ihren Teergehalt nicht zu berücksichtigen. Die Gewinnung des Torfes muß im Gegensatz zu den bisher meist üblichen Verfahren sehr leistungsfähig und von der Witterung unabhängig sein. In dieser Richtung hat man in den letzten Jahren in Rußland, Dänemark, Schweden und auch in Deutschland wertvolle Arbeiten geleistet, die versprechen, die Torfgewinnung aus einer landwirtschaftlichen in eine industrielle, für den Großbetrieb geeignete Arbeitsweise zu entwickeln (Gewinnung durch Abspritzen mittels Druckwassers). Eine ähnliche Entwicklung fehlt jedoch noch auf den Gebieten der Trocknung und Verkokung von Braunkohle und Torf. Während das bisher übliche Verarbeiten der Braunkohle zu Briketts durch Verwertung der Abwärme der Pressen für die Trocknung eine ausgezeichnete Wärmewirtschaft (infolge der Kupplung von Kraft- und Wärmebedarf) ermöglicht, wird nun die Aufgabe gestellt, die Trocknung mit der Verkokung in günstiger Weise zu kuppeln. Dabei ist zu berücksichtigen, daß im Gegensatz zu den Verhältnissen in der Braunkohlenschwelindustrie der Schwelrückstand Haupterzeugnis dieses Vorganges, Teer dagegen wirtschaftlich und technisch Nebenerzeugnis sein muß. Eingehende Berechnungen zeigen, daß gemahlene Braunkohlenhalbkoks in Mitteldeutschland der mit Fracht erheblich belasteten Ruhrfettkohle wirtschaftlich gleichwertig sind, auch wenn man den Teer nicht in Rechnung stellt. Bei der Entwicklung des Preisverhältnisses zwischen Ruhrkohle und mitteldeutscher Braunkohle sowie der Frachten kann man erwarten, daß diese günstigen wirtschaftlichen Bedingungen für die Verwendung von Braunkohlenkoksstaub für absehbare Zeit bestehen bleiben.

Mahlen und Handhaben des Brennstoffstaubes.

Der Torf ist durch die oben angedeutete neuzeitliche Gewinnungsweise für das Mahlen insofern vorbereitet, als seine Fasern zertrümmert sind, was bei dem bisher üblichen Verfahren nicht der Fall war. Daher war es auch nicht möglich, derartigen Torf nach der Trocknung fein zu mahlen. (Beobachtungen bei den schwedischen Staatsbahnen.) Wird der Torf verkokt, so bietet er wie der Schwelrückstand der Braunkohle sehr günstige Bedingungen für die Mahlung. Über Verteilung des Brennstoffstaubes auf die Bekohlstellen, über die Lagerung bei ihnen und die Ausgabe der Vorräte an die Lokomotiven liegen bei ausländischen Bahnen bereits Erfahrungen vor, die durch diejenigen der deutschen Industrie (z. B. hinsichtlich der Beförderung von Staub in Sonderwagen, der Verteilung von Staub in Leitungen und der Stapelung des Staubes) ergänzt werden.

Mitführung und Verfeuerung des Brennstoffstaubes auf der Lokomotive.

Auch über die Mitnahme des Staubes auf der Lokomotive hat man schon im Ausland Erfahrungen gesammelt. Die Lösung dieser Frage hängt davon ab, ob der Staub allein oder als Zusatz zu einer Rostfeuerung verwendet werden soll. Die Hauptschwierigkeiten des ganzen Aufgabenkreises entstehen aber bei der Verfeuerung selbst. Das erscheint erklärlich bei einem Verfahren, das die Technik noch nicht vollständig beherrscht und das man trotzdem für besondere Verhältnisse anwenden will. Denn wenn auch zugegeben werden muß, daß man die Bauart des Lokomotivkessels im Laufe der Zeit der Eigenart der Staubfeuerung anpassen könnte, so muß doch zunächst in Anbetracht der wirtschaftlichen Verhältnisse in Deutschland geprüft werden, ob man die Staubfeuerung nicht der heutigen Bauart des deutschen Lokomotivkessels anpassen kann. Unter Würdigung des oben dargelegten brennstoffwirtschaftlichen Zusammenhanges müßte auch der Verzicht auf besten Wirkungsgrad in Kauf genommen werden. Die Aufgabe besteht darin, in dem kleinen Raum der Lokomotivfeuerbüchse die notwendigen großen Wärmemengen in der Zeiteinheit frei zu machen, ohne die Baustoffe durch zu hohe Temperatur zu gefährden. Einen wesentlichen Einfluß hat hierauf der Brennstoff.

Getrockneter Torf bereitet hierbei nach schwedischen Erfahrungen keine besonderen Schwierigkeiten. Auch Braunkohlenhalbkoks scheint infolge seiner leichten Entflammbarkeit und der nicht zu hohen Brenntemperatur unter den gegebenen Verhältnissen besonders geeignet. Bezüglich des Verfahrens der Staubfeuerung dürften alle Möglichkeiten, um den eigenartigen vorliegenden Bedingungen gerecht zu werden, noch nicht erschöpft sein. Hier bedarf es zweifellos noch eingehender Untersuchungen.

Zusammenfassung.

Die Inanspruchnahme der Fettkohlenförderung Deutschlands durch die Reichsbahn oder die Einfuhr der fehlenden Lokomotivkohlen ist erheblich. Gelingt es, auch nur einen Teil der Lokomotivsteinkohlen durch Braunkohle und Torf zu ersetzen, so würde dies die Brennstoffwirtschaft oder die Einfuhr bedeutend erleichtern. Beide Brennstoffe kommen in Deutschland, und zwar gerade an den von den Steinkohlenbezirken entfernten Stellen, in ausreichenden Mengen vor (Mitteldeutschland, Ostpreußen). Für die Lokomotivfeuerung dürften sie sich aber in großem Umfang nur in Staubform eignen, die Braunkohle voraussichtlich nach vorheriger Entgasung. Auf den dem Mitteldeutschen Braunkohlengebiet zunächst gelegenen Strecken der Bezirke Dresden, Magdeburg, Halle und Erfurt kommt der Ersatz von rd. 1 Mill. t Steinkohle jährlich durch Braunkohlenkoks in Frage, wozu nach vorläufigen Berechnungen 4,5 Mill. t Braunkohlen verschwelt werden müssen. Die Wirkung eines solchen Ersatzes ist, daß — falls es sich um Ruhrfettkohlen handelt — rd. 10 vH der in den Jahren 1920 und 1921 von der Ruhr bezogenen Kohle oder eine entsprechende Einfuhr englischer Kohle erspart werden sowie der Kohlenverbrauch für die Beförderung der vollen und leeren Züge entfällt (bei den in Frage kommenden Entfernungen rd. 3 vH der beförderten Mengen), und daß Strecken, Lokomotiv- und Wagenpark für andere Zwecke frei werden.

Die Ölmengen, die dem Markte zu äußerst niedrigen Preisen zur Verfügung gestellt werden können, würden — wenn auch nur als Heiz- oder Treiböl — auf die industrielle Betätigung anregend wirken.

Das Ziel ist von größter Bedeutung, nicht nur wegen der augenblicklichen Notlage, sondern auch für die künftige Entwicklung Deutschlands. Die Steinkohlen liegen an den Grenzen oder im Auslande; Wasser, Braunkohle und Torf sind dagegen die sicheren und nicht leicht zu „besetzenden" Energiespeicher. Ihre Umsetzung in elektrische Arbeit ist im Gange. Unmittelbare Verwendung der Brennstoffe in freizügigen Lokomotiven soll die Staubfeuerung ermöglichen. Ob und mit welchen Mitteln dies verwirklicht werden kann, muß allerdings unter Anspannung aller hierfür in Deutschland vorhandenen Kräfte geprüft werden. [1683]

Die Leipziger Frühjahrsmesse.

Für den Ingenieur ist nicht nur die technische Messe als Ausstellung seines engeren Fachgebietes, sondern die gesamte Mustermesse als wirtschaftliche Erscheinung von großer Bedeutung: hier erhält er ein einheitliches Bild von der Gesamtheit der erzeugenden und vertreibenden Kräfte, sieht neue Geschäftszweige aufblühen, andre absterben und verfolgt die Abertausende verschiedener Waren schon deswegen mit Interesse, weil sie, ob Rohstoff, ob Fertigware, ausnahmslos dem Kreislauf der technischen Verwertung oder Erzeugung, der Fabrikation, unterliegen. So gibt die heurige Mustermesse einen Eindruck überall wieder erstarkenden Wettbewerbs des Inlandes wie auch neuerdings wieder des Auslandes bei Auslandgeschäften, eines Wettbewerbs, der sich auf dem Gebiete der Textil- und Metallwaren besonders scharf zeigt; als typische Nachkriegserscheinung fällt das Anwachsen der ausstellenden Likör- und Kosmetikfabriken auf, deren Erzeugnisse jährlich um Hunderte neuer Handelsmarken bereichert werden. Auf dem verwandten chemischen Gebiet wird insbesondere von den großen Serumwerken eine Reihe neuer arzneilicher Präparate gezeigt, die im Verein mit ärztlichen feinmechanischen Instrumenten aller Art auf die noch immer führende Bedeutung Deutschlands auf diesem Gebiet hinweisen.

Wie sehr allenthalben die Wichtigkeit planmäßiger Werbung erkannt wird, geht aus dem starken Hervortreten des Handels mit Reklameartikeln hervor: ob lautsprechendes Telephon, ob Lichtbildprojektion für Straßenpflaster, neuartige Puppen mit beweglichen Gesichtsgrimassen, Lampenwirkung oder Bureaumaschinen für planmäßige Werbetätigkeit, wie der Eto-Briefdrucker u. a., Angebot, Nachfrage und Aufmerksamkeit des Publikums sind hier auffallend groß. Ein Musterbeispiel guter sachlicher Werbung geben in der Innenstadt die Deutschen Werke A.-G., deren Haus eine kleine Messe für sich bildet, die alles zeigt, was in den 14 Werken dieser aus den Heeres- und Marinearsenalen entstandenen Firma unter den Händen von etwa 42 000 Arbeitern entsteht: vom Pflug bis zum ganzen Motorschiff, vom Stuhl bis zum Holzhaus, alles was Haushalt, Fabriken, Eisenbahnen brauchen. Insbesondere fällt die große Zahl vorzüglicher landwirtschaftlicher Geräte und Maschinen auf, sowie Geldkassetten, die unter Verwendung von Chromnickelstahl früherer Maschinengewehrschilde entstehen.

Einen recht trüben Gegensatz zu dieser Aufbauleistung bietet die Rohstoffausstellung der russischen Sowjetrepublik, deren Dürftigkeit — ein Block Kohle, eine Holztafel, ein Ballen Hanf, einige Rohfelle — durch den übergroßen und dunklen Ausstellungsraum noch besonders betont wird. Besser als Hunderte widersprechender Berichte über das russische Wirtschaftsleben zeigt dieses Zerrbild einer Messeausstellung, wie weit noch der Weg ist zur Anbahnung fruchtbarer Handelsbeziehungen mit Rußland.

In der Innenstadt sind verschiedene Sonderzweige der technischen Messe untergebracht, die auf dem Meßgelände am Völkerschlachtdenkmal kein Unterkommen gefunden haben oder in engerem Zusammenhang zu Teilen der allgemeinen Mustermesse stehen. So sehen wir mit dem Buchgewerbe vereint die Druck- und Setzmaschinen und andern buchgewerblichen Maschinen. Als Neuheiten fallen hier die ersten ganz selbsttätigen Tiegeldruckpressen der Dresdner Schnellpressenfabrik auf, ferner die Linier- und Kopfdruckmaschinen mit aussetzendem Betrieb, die die Herstellung von Buchführungsbogen mit mehreren Kopfdrucken auf jeder Seite gestatten. Eine Leimmaschine zum Leimen von Klebpapier, Etiketten usw. gestattet durch Hochschwenken des Leimbeckens die Walze trocken und sauber zu halten, wenn sie nicht gebraucht wird. Die von Spieß, Leipzig, gezeigte Falzmaschine arbeitet als erste dieser Art ohne Bänder und Exzenter, lediglich mit Walzen, die schräg hintereinander liegend den Arbeitsbogen von selbst gegen die Anschlagleiste drücken.

Auf dem verwandten Gebiet der Kartonnagemaschinen wird die vollständige Einrichtung eines solchen Betriebes mit gas- oder elektrisch geheizten Preß- und Leimmatrizen und einer Maschine gezeigt, die in einem Arbeitsgang eine Zigarrenschachtel mit Aufdruck aus dem Pappstreifen herstellt; sie leistet stündlich 6000 Stück der Packung zu 25 Zigaretten.

Feinmechanische Maschinen zur Massenerzeugung von Druckknöpfen, Schuhösen und -haken der Albawerke, Barmen, und Automaten für Uhrmacherschrauben der Klio, Leipzig, deren Schlitzvorrichtung die fertig gedrehte und abgestochene Schraube erfaßt und vor den Schlitzfräser führt, bevor sie ausgeworfen wird, vervollständigen dieses Bild, während die Reihe moderner Bureau- und Papierwarenmaschinen, wie Briefdrucker, Adressier- und Frankiermaschinen, Kuvertmaschinen mit und ohne Rundgangmagazin ein Bild von dem Bedarf an Schreibmaterial geben. Die Zahl der Werkzeuge aller Art und für jedes Sondergebiet ist Legion, erfreulich berührt das allgemeine Bestreben, auch beim kleinsten Gegenstand Qualitätsarbeit zu liefern, wozu die führenden Großfirmen der Werkzeugindustrie durch ihr Vorbild erzieherisch beigetragen haben.

Das große Ereignis der Technischen Messe war die feierliche Einweihung des Hauses der Elektrotechnik am 4. März, das mit dem Aufwand einer halben Milliarde von den Großfirmen dieses Gebietes errichtet worden ist, und dem Direktor Birnholz von der AEG einige warme Worte für gedeihliche Arbeit mit ins Leben gab. Es soll auch außerhalb der Messezeit eine belehrende Ausstellung elektrotechnischer Neuheiten aufnehmen und der Heranziehung tüchtigen Nachwuchses dienen. Das große Hallengebäude enthält in vorbildlich klarer Gliederung die Ausstellungen von etwa 170 Firmen, unter denen die brüderlich gegenüberliegenden Stände der beiden Führerunternehmen, der AEG und der Siemenswerke, an erster Stelle stehen.

Stark- und Schwachstromtechnik sind gleich reichhaltig vertreten. Die Quecksilberdampf-Gleichrichter beider Firmen fallen durch ihre große Leistung auf: während die Siemens-Schuckert Werke große Metallgleichrichter bis zu 600 A bauen, erzielt die AEG dieselbe Leistung durch ölgekühlte Glasgleichrichter, deren Umfang infolge dieser glücklichen Bauart den eines Gleichrichters von 150 A nicht übertrifft. Ebenfalls von der AEG wird ein neuer Kabelschutz vorgeführt, der die äußeren am meisten gefährdeten Drähte eines Kabels unter einem sehr geringen Spannungsunterschied hält, so daß bei Beschädigung und auch nur leichtestem Erdschluß dieser Spannungsunterschied sich sofort ändert und frühzeitig die Kontrollstation warnt. Siemens trägt wiederum der Betriebsüberwachung von Kesselfeuerungen und Öfen aller Art durch elektrische Meßuhren Rechnung, die die Temperatur an verschiedenen Stellen der Öfen, die Beimengung von CO_2, $CO + H_2$ in vH-Teilen anzeigen. Dies wird durch katalytische Verbrennung bzw. die Wärmeleitfähigkeit von CO_2 in kleinen mit 0,35 bis 0,9 A geheizten Kammern erreicht. Der Schalterbau überrascht durch neue Ölfernschalter von 20 kV und mehr und durch Freileitungstrennschalter bis zu 100 kV zur wahlweisen Abschaltung bestimmter Leitungen.

Dr. Max Levy bekämpft den niedrigen elektrischen Leistungsfaktor der bisherigen Asynchronmotoren durch eine Neuerung, die gestattet, den Motor wie einen Asynchronmotor unter Last anlaufen und hierauf durch eine einzige Hebelschaltung in Tritt fallen und als Synchronmotor weiter laufen zu lassen; bei der meist vorkommenden Unterbelastung, z. B. Halblast oder Dreiviertellast, ist dann die Leistungsaufnahme nur halb so groß wie die eines Asynchronmotors. Eine ähnliche Motorart zeigt der Schiele- und Bruchsaler Industriekonzern; erreicht wird dies Ziel durch einen besonderen Anlasser und die Ausbildung des Motors mit Schleifringen und Kollektor. Diese Motoren sind bei Leistungen für 3,5 kW mehrfach überlastbar und laufen daher in Kleinbetrieben äußerst sparsam. Die gleiche Firma hat den Gedanken eines Haushaltmotors aufgegriffen, der in einem Ständer mit Rädervorgelege montiert an allen Maschinen mit Hand- oder Tretkurbel angebracht werden kann: Knet- und Mischtrögen, Wäschemaschinen, Nähmaschinen, Speiseeiskübeln. Er kann je nach Wahl mit 325, 160, 45 und 30 Uml./min laufen. Ein ähnlicher „Milchmotor“ gestattet an dem einen sich rasch drehenden Wellenstumpf den Anschluß der Zentrifuge, am andern, langsam laufenden den der Buttermaschine.

Seilpostanlagen mit Stockwerkanschlüssen, Strombegrenzer zur Verhütung zu starker Stromentnahme aus kleinen Leitungen (Isariawerke), Schalter und Abzweigdosen seien nur erwähnt. Eine AEG-Kabelflechtmaschine, zum ersten Male 24spulig mit 190 Uml./min laufend, flicht je nach Dicke stündlich 140 bis 300 m Kabel. Die technische Keramik prunkt mit Großisolatoren von riesigen Abmessungen. Elektrische Nietwärmer und Schweißmaschinen, Öfen und Hausapparate aller Art, wie Rasiernäpfe, Schusterbügeleisen, Lötkolben, Heizkissen, ja selbst in jedem Bett zu nehmende Lichtbäder zeigen das Eindringen der Elektrizität in alle Berufsgebiete und ins Leben des Laien.

Aus der Nachrichtentechnik bringt die drahtlose Telegraphie Rahmenantennen für kleine Stationen und lautsprechende Funktelephone. Die Fernsprechtechnik legt sich immer mehr auf den Bau ganz selbsttätiger Ämter[1]) (Siemens, Mix & Genest); von Bedeutung kann das Telegraphon werden, das jedes Ferngespräch auf einer Walze urkundlich festhält.

Die Neuheiten an Werkzeugmaschinen sind schon in Nr. 9 vom 3. März gewürdigt worden. Der Reguliermotor als vornehmste Antriebart gewinnt zusehends an Beliebtheit, ein Wettbewerb erwächst ihm in dem Preßölgetriebe der Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik, das ohne jedes Rädervorgelege in beliebiger Weise durch Handkurbel zu regeln ist. Naxos-Union vermeidet das Verschmutzen der Schleiftischführungen durch Überdecken mit einem am Tisch befestigten, straffgespannten endlosen Band. Infolge der durch das Stellit als Werkzeugstoff hervorgerufenen Umwälzung hat Wohlenberg, Hannover, als erste deutsche Firma eine Stellitdrehbank mit 20 PS bis zu 850 Uml./min gebaut[2]); eine ganze Reihe neuer Chrom-Wolfram-Stähle und Kobaltlegierungen, wie Ökonom, Eickenstahl, Caedit, versuchen durch geringeren Preis das Stellit zu ersetzen, ohne daß dies immer gelingt. Von allgemeinen Maschinen darf die Auswuchtmaschine zur Beseitigung dynamischer Unbalanz von Schenk, Darmstadt, nicht unerwähnt bleiben, sowie

[1]) s. Z. 1921 S. 618. [2]) s. „Maschinenbau“ 28. Februar 1923.

eine billige, stabile und unverziehbare Holzriemenscheibe mit Eisenrippen der Ehrag, Bremen.

Das Kruppbaus, wie immer im Mittelpunkt des allgemeinen Interesses, bringt diesmal die ersten Kruppschen Textilmaschinen, zunächst Baumwoll- und Wollstrecken sowie Ringspinnmaschinen. Welche Leistung diese Umstellung auf ein so schwieriges und für Deutschland wichtiges Gebiet ist, ermißt nur der, der weiß, wie abhängig wir jahrelang in dieser Hinsicht von England waren. Feinmeßgeräte, Gebißplatten aus säurebeständigem, nicht rostendem Stahl, eine neue Gleisstopfmaschine für Preßluft[1]), und Kinomaschinen mit wesentlichen Verbesserungen, die in gemeinschaftlicher Arbeit mit Ernemann-Dresden entstehen, füllen den Rest der Halle. Auf dem Gebiet der Kinomaschinen zeigt auch die AEG eine neue große Theatermaschine mit Stillstandvorrichtung, wobei die bei Stillstand dem Film gefährliche Hitze durch Ventilatorblenden gedämpft wird.

Eine große Reihe von Rohöl-, Glühkopf- und Fahrradmotoren wies die Halle 11 auf, Transportanlagen und Schrott- und Ballenpressen werden im Betrieb gezeigt. Die Demag-Duisburg führte Hubmagnete, Gesteinbohrer und Selbstgreifer vor.

Die Baumesse brachte als Neuheit den Baustoff Stahlbeton (von Prof. Kleinlogel, Darmstadt) von bemerkenswerter Festigkeit. Die Mansfelder Kupferschlacken-Pflastersteine und andre neue Baustoffe, wie der Zement-Asbest-Schiefer Fulgurit, zeugen von dem Bestreben, die oft kaum noch erschwinglichen Baukosten niedrig zu halten. Baumaschinen, auf leichten Fahrgestellen montiert, wurden teilweise bei der Arbeit an neuen Messehäusern vorgeführt.

Wenn auch zahlenmäßig die diesjährige Messe mit 14000 Ausstellern, wovon 680 ausländische und unter diesen wieder 320 tschechische waren, die vorigen Messen übertraf, so war doch im allgemeinen eine geschäftliche Zurückhaltung unverkennbar, die auf vielen Gebieten zum Nachlassen der Preise führte. Die Unsicherheit der politischen und Finanzlage, der seit einigen Wochen feste Stand der Mark ließen eine Hochkonjunktur im Sinne früherer Jahre nicht aufkommen. Schmerzlich vermißt und viel mit warmer Teilnahme erwähnt wurden die im Ruhrgebiet zurückgehaltenen Firmen und Aussteller, deren Stände leer blieben — hatten doch auch die anwesenden Ruhrdeutschen, z. B. die Demag und auch Krupp, nur unter phantastischen Abenteuern die Franzosen zu übertölpeln und mit ihren Waggons das unbesetzte Gebiet zu erreichen vermocht. So waren auch die Ausländer diesmal nur sehr gering an der Zahl — man sprach in den ersten Tagen von 5000 — und auch diese meist aus Osteuropa. Ein eigentlicher Preisabbau trat nur teilweise ein, und so waren wohl Abschlüsse in der Schwerindustrie erkennbar, wo wirklich gute Maschinen auch bei erreichter Weltparität und über dieser gekauft wurden, während kleine Artikel, wie Metallwaren usw. zu den angebotenen Preisen kaum Interesse erregten, selbst nicht ab Lager zu Festpreisen in deutscher Mark.

Die gute Organisation des Messewesens war wieder erfreulich, für einen Schnellverkehr sorgte die Junkers-Kraftverkehrs-Gesellschaft, deren neue verspannungslosen Metalleindecker für sechs Personen durch ihre dicken Tragflächen und ihre einfache Steuerung und Verwindung vorzüglichen Eindruck hinsichtlich Sicherheit, Eleganz und Schnelligkeit machen. Was diese Gesellschaft trotz aller Entente-Verbote seit Kriegsende geleistet hat, ist auch unter Ingenieuren noch viel zu wenig bekannt. Zurzeit fliegen in Deutschland 30, in Europa und Übersee 50 Junkersflugzeuge von Palermo und London bis Nishni-Nowgorod und Stockholm, sowie in Columbien und den Vereinigten Staaten auf den schwierigsten Gebirgsstrecken. Leider sind die Konstruktionen durch die einschränkenden Bestimmungen des Versailler Diktats, das glaubte Fortschritt und Geist durch Verbote hindern zu können, schon an ihrer oberen Grenze angelangt, obgleich es sonst ein leichtes wäre, Schnelligkeit und Nutzlast (170 km/h und 600 kg) zu verdoppeln, die bisher mit nur 180 PS erzielt werden, wogegen die Flugzeuge des Feindbundes das 2½- bis 3fache brauchen. Hoffentlich ist der Tag nicht fern, wo auch diese Bestimmungen fallen, wie schon manches seit jenen Tagen von 1918 gefallen ist. [373]

Dresden. Dr.-Ing. H. D. Brasch.

[1]) s. Z. 1922 S. 1067.

RUNDSCHAU.

Sachverständigenausschüsse des Reichskohlenrats.

Im Anschluß an die Sitzung des Reichskohlenrats, über dessen Verhandlungen das Wesentlichste durch die Tagespresse bekannt geworden ist, tagten am 17. Februar ds. Js. der Sachverständigenausschuß für Kohlenbergbau und der Sachverständigenausschuß für Brennstoffverwendung. Diese beiden Ausschüsse, die bekanntlich nebst einem dritten (für soziale Fragen) dem Reichskohlenrat durch das Kohlenwirtschaftsgesetz als sachverständige Berater beigegeben sind, haben sich durch ihre gutachtliche Tätigkeit für den Reichskohlenrat und die von diesem vorgeschlagenen gesetzlichen und wirtschaftlichen Maßnahmen sowie bei der Organisation gemeinwirtschaftlicher Bestrebungen, beim Austausch von Erfahrungen und bei der Anregung von Untersuchungen und Verbesserungen auf dem Gebiete der Brennstoffwirtschaft eine unentbehrliche Stellung geschaffen.

Zu Beginn der Tagung wurden zum neuen Vorsitzenden der Vorsitzende des Braunkohlen-Industrie-Vereines, Generaldirektor Dr.-Ing. Piatscheck, und als dessen Stellvertreter Prof. Dr.-Ing. Heise gewählt. Die geschäftlichen Verhandlungen gewährten einen guten Einblick in die Art des Arbeitens wie der Arbeitsgebiete. Der Geschäftsführer wies programmatisch auf die Auffassung hin, die für die Geschäftsführung maßgebend ist und allgemein anerkannt zu werden beginnt: daß die Sachverständigenausschüsse wie der Arzt beratend, aufklärend und heilend dem Kranken zur Seite stehen sollen, mit der Sachlichkeit als erster Richtlinie. Für besondere Fragen werden kleine Sonderausschüsse mit dem Recht der Ergänzung gebildet, die infolge der Stellung der ganzen Organisation die beste Unterstützung durch die Industrie finden und daher mit guter Wirkung arbeiten können. So sind Ausschüsse für die Begutachtung von Schlagwetteranzeigern (auf Grund eines Preisausschreibens), für das Studium der Kohlenschlammveredlung (Flotationsverfahren der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G.), für die Beurteilung des Hütten- und Gießereikoks (unter Verwertung amerikanischer Erfahrungen), für Kohlenstaubfeuerung u. a. an der Arbeit.

Im Mittelpunkt der Beachtung stand der Vortrag von Obering. Bleibtreu über seine im Auftrage des Reichskohlenrats unternommene

Rundreise in den Vereinigten Staaten.

Der Vortragende beschränkte sich mit Rücksicht auf die verfügbare Zeit auf Beobachtungen über Brennstoffwirtschaft und Verkehrswesen. Aber auch hier schon gab sich Gelegenheit zu sehr vielseitigen Ausführungen, Anregungen und Vergleichen. Auf beiden Gebieten haben sich die Organe der durch die Kriegsnotwendigkeiten bedingten Zwangswirtschaft (die staatliche Eisenbahnverwaltung — neben der zwischenstaatlichen Verkehrskommission, die schon vor dem Kriege vorhanden war — und die staatliche Kohlenkommission, neben dem Bureau of Mines) zu Stellen entwickelt, die die Wirtschaft nach allgemein-nützlichen Gesichtspunkten regeln. Zweifellos trägt diese Entwicklung auch der Änderung der Anschauungen des Volkes Rechnung, bei dem an die Stelle eines ausgesprochenen Individualismus das Bedürfnis einer gewissen staatlichen Überwachung getreten ist: diese erstreckt sich im Verkehrswesen auf die Tarife, auf den Haushalt und allgemein auf das finanzielle Gebahren der Eisenbahngesellschaften, die jedoch wieder die vorkriegsmäßige private Struktur haben. Bei der Brennstoff- und Energiewirtschaft ist die Produktionsstatistik des Bergbaues bemerkenswert, und der Einfluß auf die zweckmäßige Kupplung von Wasser- und Kohlenkraftwerken unter Einbeziehung der Kraftwerke der im großen Umfang elektrisierten Bahnen. Hierher gehört auch das Gesetz über die Wasserkräfte, wonach unter Würdigung der genannten Gesichtspunkte Lizenzen an Privatunternehmen vergeben werden.

Die Kohlengewinnung zeigt zunehmende Mechanisierung, die noch immer die industrielle Entwicklung Amerikas kennzeichnet, erklärlich durch die gegenüber der Vorkriegszeit gesteigerten Löhne (trotz des Rückganges gegenüber der Hochkonjunktur während des Krieges); im Zusammenhang hiermit ergibt sich sogar eine gesteigerte Förderleistung, bezogen auf den Arbeiter. Die Leistungssteigerung ist übrigens auch in der Industrie festzustellen, wo sich insbesondere in den Hüttenwerken wieder die Doppelschicht, also der Zwölfstundentag, durchgesetzt hat, während im Eisenbahnwesen im wesentlichen am Achtstundentag festgehalten wird. Kohlenhandel und -Verteilung weisen besonders bei großen Kraftwerken das Bestreben auf, die Sortenfrage sowohl vertraglich (Kauf nach Analyse) wie praktisch (Sicherstellung der Lieferung gleicher Sorten durch Anlage von Zwischenlagern für die einzelnen Sorten) auf eine feste Grundlage zu stellen. Hier war vorläufig das Fehlen einer Normung der Kohleneigenschaften hinderlich, was auch in anderen Ländern große Schwierigkeiten bereitet. Die Kohlenverwendung verfolgt auf allen den Gebieten, die auch in Deutschland im Vordergrund stehen, das Ziel der Ersparnis und der Verwendung minderwertiger Brennstoffe. Wenn auch Wärmestellen in dem für Deutschland entwickelten Sinne fehlen, so ist doch das Interesse und Verständnis der Verbraucher hierfür sehr groß. Große Verdienste um die Aufklärung und die Forschung hat das Bureau of Mines, dem seit dem Abbau der Zwangswirtschaft ein Kohlenforschungsinstitut angegliedert ist.

Von großer Bedeutung für die Wärme- und für die gesamte industrielle Wirtschaft sind schließlich die Auswahl der leitenden Techniker lediglich mit Rücksicht auf ihre Leistung, die geistigen Beziehungen zwischen den Führern und der Arbeiterschaft und nicht zuletzt die starke Betonung der Charakterbildung in der Jugenderziehung.

Mit dem gleichen Ziele, die Brennstoff- und Wärmewirtschaft zu höchsten Wirkungsgrad zu führen, aber nicht unter staatlicher Zwangswirtschaft, sondern von den Verbänden der einzelnen Industriezweige ausgehend und in freiwilligem Zusammenschluß organisiert, hat sich die

Wärmewirtschaft in Deutschland[1])

entwickelt. Das setzte der Vortrag von Prof. Eberle mit seinem Bericht der Hauptstelle für Wärmewirtschaft in das richtige Licht. Diese zunächst vom Verein deutscher Ingenieure, dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute und der Vereinigung der Elektrizitätswerke gegründete Stelle kann heute als Mittelpunkt der deutschen Wärmewirtschaft angesprochen werden. Fast alle Wärmestellen der einzelnen Industri

[1]) Vergl. Z. 1923 S. 19.

zweige, die teilweise mit dem Rat der Hauptstelle ins Leben gerufen wurden, wie diejenigen der Teerfarben-, der keramischen, der Kalk-, der Papier-, der Glashütten-Industrie u. a., haben sich ihr angeschlossen; die Staatsbehörden bedienen sich ihres Rates. Wissenschaft und Praxis finden hier die wirksamste Gelegenheit zur gegenseitigen Befruchtung, und zweifellos ist, was bisher an Verständnis und an Fortschritten in der Praxis zu verzeichnen ist, zum großen Teil ihr Werk, geleistet durch Veröffentlichungen, Vorträge, Kurse, schriftliche und mündliche Beratungen sowie organisatorische Arbeit. In diesem Sinne stellt die Hauptstelle die unentbehrliche Verbindung vom Sachverständigenausschuß des Reichskohlenrats zu den weitverzweigten Industrien, von der Erkenntnis des wirtschaftlich Wünschenswerten zur Umsetzung dieser Erkenntnis in die Praxis dar.

Weitere Vorträge waren Berichte über Arbeiten, die teils vom Sachverständigenausschuß angeregt und veranlaßt, teils als wertvoll verfolgt worden waren: u. a. berichtete Prof. Dr. Heise über die Untersuchung unterirdischer Schichten mittels geophysischer Methoden, Obering. Schulte über die Herabsetzung des Druckluftbedarfes in der bergbaulichen Praxis, eine für die Energie- und Kohlenersparnis sehr wichtige Frage, Obering. Nies über das vom Verein für Feuerungsbetrieb und Rauchbekämpfung in Hamburg ausgebildete und mit großem Erfolg angewandte Heizerprämiensystem. Dieses beruht auf der Messung der Schornsteinverluste, der bedeutendsten und von der Kesselführung am stärksten beeinflußten Verlustquelle der Feuerung, und hat den Vorzug, einfach durchführbar und leicht verständlich zu sein; es ist, da es neben dem Kesselbesitzer vor allem auch dem Heizer sichtbare Vorteile bringt, geeignet, das in den Zeitverhältnissen begründete Vorurteil der Arbeitnehmer gegen derartige Prämiensysteme zu überwinden. [M 366] Dr.-Ing. Landsberg.

Versuche an neueren Kondensationswasserableitern.

Die Kondensationswasserableiter gehören zu den Schmerzenskindern von Dampfkraftanlagen. Die älteren Systeme mit beweglichen Teilen arbeiten zwar „theoretisch" verlustfrei, in der Praxis aber vielfach mit beträchtlichen Verlusten, sei es, daß die Ventile sich nicht öffnen und sich dadurch Kondensationswasser in den Leitungen ansammelt, sei es, daß sie nicht schließen und daher ständig Dampf ausbläst; auch wirken die großen Töpfe selbst als unerwünschte Kondensatoren.

In neuerer Zeit sind nun Ausführungsformen in den Handel gebracht worden, die zwar auf den Anspruch, völlig verlustfrei zu arbeiten, verzichten, dafür aber keine beweglichen Teile und keine Ventile haben. Versuche, die E. Raisch[1]) im Laboratorium für technische Physik der Technischen Hochschule in München an drei derartigen Bauarten ausgeführt hat, zeigen, daß die Verluste dieser Kondensationswasserableiter sehr gering sind, ihre praktischen Vorteile aber groß.

Abb. 1. Brusche-Kondensationswasserableiter.

Abb. 2. Gestra-Prallplatten-Kondensationstopf.

Abb. 3. Kreuzstrom-Kondensationswasserableiter.

Die drei untersuchten Ableiter sind in vereinfachter Form in Abb. 1 bis 3 dargestellt. Bei allen dreien ist ein Durchlaß zur Ableitung von Kondensationswasser ständig geöffnet sowie eine Umführvorrichtung vorgesehen, um große Wassermengen rasch ablassen zu können. Beim Brusche-Kondensationswasserableiter[2]) (Abb. 1) strömt das Wasser durch eine kegelige Düse mit einem Winkel von 65°, beim Gestra-Prallplatten-Kondensationstopf[3]) (Abb. 2) gegen Prallplatten mit eingepreßtem Kanalsystem, beim Kreuzstrom-Kondensationswasserableiter[4]) (Abb. 3) durch Nuten, die als rechts- und linksgängige Spiralen auf den Mantelflächen von ineinander gesteckten Rotgußkegeln eingedreht sind.

J. Adam[5]) hat durch Versuche in dem bereits genannten Laboratorium Zeuners Theorie widerlegt, nach der heißes Wasser in einer Düse adiabatisch so verdampfen müßte, daß an jeder Stelle die dem Druck entsprechende Sättigungstemperatur herrscht; infolge des Siedeverzuges fließen vielmehr bedeutend größere Wassermengen aus. Die Tatsache, daß durch eine Düse oder andre Drosselvorrichtung sehr viel kaltes und viel heißes Wasser, dagegen nur sehr wenig Dampf austritt, ist bei den untersuchten Kondensationswasserableitern ausgenutzt. Nach Raisch wird die Drosselöffnung am zweckmäßigsten so bemessen, daß die normal anfallende Kondensationswassermenge mit den gerade noch förderbaren Heißwassermengen übereinstimmt. Bei Minderanfall treten Dampfverluste ein, bei Mehranfall wird das Wasser in der Leitung kälter und die Ausflußöffnung daher zu größerer Förderung fähig. Bei gleichen Fördergewichten von Heißwasser verdient derjenige Ableiter den Vorzug, der am wenigsten Dampf austreten läßt, wenn kein Kondensationswasser anfällt. Für jeden Ableiter ist somit bei bestimmtem Überdruck das Gewichtsverhältnis des ausfließenden Heißwassers (ohne Dampfausfluß) und des ausströmenden Dampfes (ohne Wasserausfluß) ein Kennzeichen für den Wirkungsgrad.

Um dieses Verhältnis festzustellen, wurden die Wasserableiter an ein Wasserstandrohr eines Kessels so angeschlossen, daß man abwechselnd Dampf oder Heißwasser ausströmen lassen konnte; die ausfließenden Mengen wurden einem Kondensator zugeführt und dann gewogen. Versuche am Brusche-Ableiter mit Düsen verschiedener lichter Weiten und Düsenwinkel ergaben sehr gute Übereinstimmung mit den Ausflußversuchen von Adam. Zwischen 0,82 und 80,2 mm² Durchflußquerschnitt war das auf die Flächeneinheit bezogene Durchflußgewicht gleichartiger Düsen bei gleicher Wassertemperatur annähernd dasselbe. Nach dem oben angegebenen Verhältnis der Durchflußmengen von Heißwasser und Dampf ergab sich 65° als günstigster Düsenwinkel. In Abb. 4 ist dieses Verhältnis für die drei untersuchten Bauarten in Abhängigkeit vom Überdruck wiedergegeben (ausgezogene Kurven); ferner ist das Gewichtverhältnis von je allein ausströmendem Kaltwasser und Dampf eingetragen (strichpunktierte Kurven). Ich mache darauf aufmerksam, daß nach Abb. 4 z. B. durch den untersuchten Brusche-Ableiter bei 10 at Überdruck nur etwa $^1/_{17}$ der ohne Dampf ausfließenden Heißwassermenge in Dampfform verloren geht, wenn gar kein Kondensationswasser anfällt. Dieser Ableiter könnte dabei jedoch höchstens das $\frac{20}{17} = 1{,}2$-fache der Heißwassermenge in Form von kaltem Wasser fördern; fällt mehr Wasser an, so bleibt es in der Leitung. Im Gestra-Ableiter dagegen bläst bei 10 at nicht weniger als $^1/_5$ der normalen Heißwassermenge als Dampf ab, wenn kein Kondensat anfällt. Dafür kann der Ableiter bis zur $\frac{17}{5} = 3{,}4$fachen Wassermenge belastet werden, wenn man wieder völlige Abkühlung des Wassers in der Zuleitung annehmen dürfte. Der Kreuzstrom-Ableiter liegt seiner Wirkungsweise nach zwischen den beiden erstgenannten.

Abb. 4. Wirkungsgrade der Ableiter.

Schließlich sei noch erwähnt, daß die Kondensationswasserableiter ohne bewegliche Teile nicht nur für Sattdampf-, sondern auch für Heißdampfleitungen geeignet sind. Raisch kommt zu dem Ergebnis, daß ihre Einführung in der Dampftechnik einen beachtenswerten Fortschritt bedeute. [1634] Max Jakob.

[1]) Z. d. Bayer. Rev.-Ver. 26 S. 183 1922 (Nr. 23).
[2]) hergestellt von der Allgem. Brikettierungsges., Dortmund.
[3]) hergestellt von Gustav Gerdts, Bremen.
[4]) hergestellt von der Firma Kreuzstromwerke G. m. b. H., Hagen i. W.
[5]) Z. 1906 S. 1143 u. Forschungsarbeiten 1906 Heft 35 u. 36.

Prüfung der Rauchgase.

Aus dem Kohlensäuregehalt der Rauchgase und deren Temperatur gewinnt man ein Bild über die freien Wärmeverluste einer Feuerung. Der Anteil an verbrennbaren Gasen zeigt hierbei, ob der Luftzuschuß zur vollkommenen Verbrennung nicht mehr ausreicht. Die wirtschaftlichste Verbrennung wird dann erzielt, wenn die Luftzufuhr gerade so groß ist, daß sich keine verbrennbaren Gase bilden. Für diese Untersuchung stellt H. Maihak A.-G., Hamburg, den Duplex-Mono-Rauchgasprüfer her, Abb. 5, der sowohl den Kohlensäuregehalt als auch den Gehalt an verbrennbaren Gasen nach folgendem Verfahren selbst tätig und fortlaufend in einem Diagramm aufzeichnet. In bestimmten Zeitabständen wird in dem Gefäß *a* eine bestimmte Gasmenge abgeschlossen, die bei der Kohlensäureuntersuchung auf dem gestrichelten und bei der darauf folgenden Untersuchung auf unverbrannte Gase auf dem strichpunktierten Weg über den Dreiweghahn *b* nach dem Kalilaugengefäß *c* und dem Meßgefäß *d* geleitet wird. Im Gefäß *c* wird die Kohlensäure absorbiert, das eine Mal unmittelbar, das andere Mal, nachdem die Rauchgase in dem mit Kupferoxyd beschickten Ofen *e* erhitzt worden sind. Bei Anwesenheit

------ Untersuchung auf Kohlensäure
—·—·— „ auf unverbrannte Gase

Abb. 5. Anordnung des Duplex-Mono-Rauchgasprüfers von Maihak A.-G.

Abb. 6 und 7. Angaben des Meßgerätes.

verbrennbarer Bestandteile in den Rauchgasen entsteht neue Kohlensäure, die ebenfalls im Gefäß *c* absorbiert wird. Die Angaben des Meßgerätes *d*, das den Rest des Rauchgases mißt, werden dadurch abwechselnd größer und kleiner, Abb. 6, je nachdem Gas in *e* verbrannt oder nicht verbrannt ist, während die Angaben in beiden Fällen dieselbe Kurve ergeben, Abb. 7, wenn die wirtschaftliche Verbrennung erreicht oder der Luftzuschuß schon zu groß ist. Damit ist dem Heizer und Betriebsingenieur ein wichtiges Hilfsmittel für die Beurteilung des Heizvorganges und des Luftüberschusses an die Hand gegeben. Versuche mit dem Rauchgasprüfer auf der Zeche „Centrum" der Rheinischen Stahlwerke[1]) ergaben in einer längeren Betriebzeit, daß das Gerät zuverlässig und betriebsicher arbeitet; seine Kohlensäureangaben stimmten mit denen einer Orsatvorrichtung praktisch vollkommen überein (mittlerer Unterschied 0,16 vH). [R 1670]

Wärmekraftmaschinen in der Landwirtschaft[2]).

Wärmekraftmaschinen und Elektromotoren werden am meisten zum Antrieb der landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen benutzt, da die Göpel teurer arbeiten und die Windkraft unsicher und nur für kleine Leistungen geeignet ist. Wasserkräfte sind in Gegenden mit intensivem Landbau selten. Sieht man von den großen Dampfpflügen mit Leistungen von 150 bis 180 PS_e ab, so handelt es sich in der Landwirtschaft um kleine oder mittlere Kräfte, bei Dreschmaschinen z. B. höchstens um 40 bis 45 PS, gewöhnlich aber auch im Großgrundbesitz nur um 15 bis 25 PS, und bei den Maschinen zur Futterzubereitung bei Einzelantrieb nur um 3 bis 8 PS und bei Gruppenantrieb um nicht viel mehr.

Da die Dreschmaschine und ihr Motor mehrmals versetzt werden müssen und jährlich nur einige Wochen im Betriebe sind, lohnt sich von den kohlensparenden Verbesserungen der Dampfmaschinen wohl die Überhitzung, aber weder Kondensation noch Verbundanordnung, und der Kohlenverbrauch geht schwerlich unter 1,5 kg/PSh herunter. In einer Wirtschaft, die 400 ha unter dem Pfluge hat, beträgt bei mittlerer Betriebsintensität der Jahresbedarf an Energie rd. 7200 kWh, wenn nur Dreschmaschine, Häckselmaschine, Schrotmühle und Wasserpumpe zu treiben sind. Wird ein mechanischer Ablader für Heu und Getreide eingebaut, so treten rd. 700 kWh hinzu, eine Saatreinigungsanlage fo dert weitere 300 kWh, und eine Stellmacherei und Schmiede braucl rd. 1800 kWh. Wird aus der Schmiede eine größere Werkstatt zu Instandhaltung der Maschinen, so steigt der Energieverbrauch en sprechend. Nebenbetriebe wie Brennereien oder gut beschäftigte Ka toffeltrocknereien brauchen je nach ihrer Größe 10 000 bis 25 000 kW.

Wie man sicht, ist der Anteil der Werkstätten und der industriell Nebenbetriebe am gesamten Energiebedarf sehr groß, und ihr Wert fi die Energieverteilung steigt noch dadurch, daß sie gleichmäßigere A nehmer als die landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen sind. Dere größter Energiebedarf fällt in die Wintermonate, wo die Dreschmaschi und die Saatreinigungsanlage den Hauptteil ihrer Arbeit verrichte Nur kurze Zeit arbeiten beide schon im Spätsommer. Auch die Bre nerei und die Trocknerei arbeiten nur vom Herbst bis zum Frühjah Im Frühjahr und Sommer wird nur wenig Energie durch die Häcks maschinen und Schrotmühlen, Pumpen, Milchschleudern und dergl. g braucht.

Der Energiebedarf wird wesentlich erhöht und besser verteilt, wen man auch die Äcker mechanisch bearbeitet. Gepflügt wird von d Ernte bis zum Eintritt des Frostes und im Vorfrühling bis Ende Ap im ganzen an 100 bis 120 Tagen jährlich. Auf 1 ha braucht der Kraf pflug je nach der Bodenart und Furchentiefe und der Bauart 60 b 90, unter schwierigen Bedingungen auch bis zu 120 kWh, ein Betri von 400 ha also 20 000 bis 30 000 kWh. Leider fallen die Betriebzeit des Pfluges und der Dreschmaschine nicht so völlig auseinander, d eine einzige Kraftmaschine für beide Arbeiten im Großbetrieb ausreich Technisch wäre das wohl möglich, aber aus wirtschaftlichen Gründen m zuweilen gedroschen werden, während gerade das Wetter zur Pflugarb günstig ist, und da im Landwirtschaftsbetrieb viel davon abhängt, d man günstige Witterung ausnutzt und die Arbeiten rechtzeitig au führt, so darf man die Freiheit des Landwirts, zu verfügen, nicht u technischer Ersparnisse willen beschränken. Auch innerhalb des Hof gelingt es nicht leicht, die Arbeitsmaschinen zu einer Gruppe mit g meinsamem Antrieb zusammenzufassen. Auf größeren Gütern si schon die Entfernungen, die bis zu 200 m betragen, hinderlich. M beschränkt sich deshalb gewöhnlich auf den gemeinsamen Antrieb d kleinen Arbeitsmaschinen; auch diese stehen oft so weit auseinand daß elektrische Kraftübertragung gewählt werden muß.

Wie wenig die Maßnahmen zur Verringerung der Energiekoste die sich in der Industrie als richtig erwiesen haben, in der Landwi schaft den Ausschlag geben, zeigt die zunehmende Anwendung d Riesendreschmaschinen. Diese brauchen 40 bis 45 PS, also doppelt viel wie die sonst üblichen, dreschen dafür aber die ganze Ernte der Zeit, wo sie vom Felde eingefahren wird. Anstatt also dur Maschinen kleinerer Leistung die Anlagekosten zu verringern und d Arbeiter längere Zeit hindurch zu beschäftigen, beschafft man star Maschinen, die höchstens 4 bis 5 Wochen im Jahre ausgenutzt werd weil man dadurch die Scheunen für das ungedroschene Getreide spa und Feuersgefahr sowie Verluste durch Mäusefraß vermeidet. Infol der weitgehenden Verwendung mechanischer Fördervorrichtungen brauc man außerdem zum Betrieb der Riesendreschmaschinen nur wenig Leu mehr als bei kleineren Dreschmaschinen. Statt der Lokomobile genü auch eine fest aufgestellte Betriebsmaschine. Diese Vorteile überwieg nach Ansicht vieler Landwirte die Erhöhung der Anschaffungskost einer großen, schlecht ausgenutzten Arbeitsmaschine.

Wegen der Wärmeverluste im Abdampf hat man die Verbindu der Dreschlokomobile mit wärmeverbrauchenden Anlagen vorgeschlag Charbonnier[3]) empfiehlt, den Abdampf, in dem noch ungefähr zw Drittel der Kohlenwärme stecken, in Trocknereien, Brennereien, M kereien oder Ziegeleien auszunutzen, aber das ist in Wirklichkeit nic leicht. Trocknereien und Brennereien arbeiten noch nicht während d Getreideernte, höchstens wird einmal etwas feucht geerntetes Getrei getrocknet. Ziegeleien sind zwar im Sommer im Betrieb, aber a bestimmte Lagen beschränkt, und die Molkerei braucht, auch wenn die Milch von Nachbargütern mit verarbeitet, nur etwa zwei Stund lang den Abdampf der Dreschlokomobile, während er über sieben Stu den lang ungenutzt entweicht. Eher gelingt es, die Wasserversorgu und die Futterbereitungsanlage an die Dampfmaschine der Molkerei a zuschließen, die dann nur ein- bis zweimal wöchentlich etwas länger Betrieb gehalten zu werden braucht. Benutzt man dabei elektris Kraftübertragung, so kann man zugleich Strom für die Beleuchtu aufspeichern. Leider sind eigene Gutsmolkereien nicht sehr häufig, die Milch zumeist an Genossenschaftsmolkereien geliefert wird.

Noch schwerer als im Großbetrieb ist es, eine gemeinsame Kra anlage für die Einwohner einer Gemeinde nutzbar zu machen, w schon die Bildung der Genossenschaft auf sachliche und persönlic Schwierigkeiten stößt und die gerechte Einteilung der Arbeit viel G schick und Tatkraft verlangt. Prof. Heinel hat vorgeschlagen[4]), G meindewerkhäuser in den Dörfern zu errichten. Ing. Lübke will G meindesaathäuser einrichten[5]). Die Werkhäuser sollen den Dres schuppen mit Werkstätten und anderen technischen Anlagen enthalt Lübke will mit der Dreschanlage vor allem eine gute Saatreinigun anlage, einen Trockner und einen Speicher verbinden, um auch d kleinen Landwirten ein gutes, ertragreiches Saatgetreide zu sicher Es wird nicht leicht sein, die Bauern von dem Nutzen einer solch gemeinsamen Anlage zu überzeugen und zum Verzicht auf die se ständige Verarbeitung und Verwertung ihrer Getreideernte zu ve anlassen.

[1]) „Glückauf" vom 20. Januar 1923.

[2]) Auszug aus dem ersten Teil des Vortrages „Das Kraftproblem in der Landwirtschaft" von G. Fischer, der in der Zeitschrift „Die Technik in der Landwirtschaft" Januar 1923 veröffentlicht ist.

[3]) Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1919 Nr. 77.

[4]) Ztschr. d. Landw. Kammer f. d. Prov. Schlesien 1921 Heft 22.

[5]) „Technik in der Landwirtschaft" 1920 Heft 1.

Keine Wärmekraftmaschine kann kleine Leistungen so wirtschaftlich und bequem liefern wie der Elektromotor, der darum die freieste Einteilung der landwirtschaftlichen Arbeiten ermöglicht. Denn die kleinen Verbrennungsmaschinen sind den meisten Landwirten zu empfindlich, und selbst die erheblich größeren Pflugmotoren leiden infolge nicht sachgemäßer Wartung viel öfter unter Störungen als die Dampflokomobilen. Wenn sie nicht wegen ihres geringen Gewichtes und Raumbedarfes für den Betrieb von Fahrzeugen besonders geeignet wären, hätten sie im Feldbetrieb neben den Dampfmaschinen nicht aufkommen können. Denn sie stehen diesen auch in der Überlastbarkeit erheblich nach, die bei der Bodenbearbeitung sehr wichtig ist. Damit der Maschinenpflug beim Anfahren gegen einen Stein oder auf einem Stück schweren Bodens nicht stehen bleibt, muß deshalb der Pflugmotor so stark sein, daß er wiederum im regelmäßigen Betrieb nicht ausgenutzt wird. Auch im Dreschbetrieb muß man mit vorübergehenden Überlastungen rechnen und Verbrennungsmaschinen reichlich bemessen. Das bedeutet aber einen Mehrverbrauch an Brennstoff im normalen Betrieb.

Mehr als früher ist es heute nötig, die Wärmekraftmaschinen für die Verwendung minderwertiger Brennstoffe einzurichten, nicht nur, weil der Landwirt an Betriebskosten möglichst sparen will, sondern fast noch mehr, um die Versorgung mit Brennstoff zu sichern. Torf und Braunkohlen müssen zur Heizung der Kessel herangezogen werden, und die Verbrennungsmaschinen sollen auch mit Schwerbenzol oder noch besser mit Schweröl betrieben werden können. Dieselbe Erwägung veranlaßt die Versuche zur Durchbildung einer fahrbaren Sauggasanlage, die immer wieder aufgenommen werden, aber bisher an der Unzulänglichkeit der klein bemessenen Reiniger gescheitert sind.

Das Kraftproblem in der Landwirtschaft wird restlos nicht einseitig von den Kraftmaschinentechnikern gelöst werden. Auch die Arbeitsmaschinen dürfen nicht unverändert in der Form gebaut werden, die für den Betrieb mit der Hand oder dem Göpel paßte. Da die Kleinkraftmaschinen rasch laufen, muß man ihnen die Drehzahlen der Arbeitsmaschinen anpassen, um schwerfällige und kraftfressende Übersetzungen zu vermeiden. Bei den Hofmaschinen ist das eine einfache Konstruktionsaufgabe, bei der Bodenbearbeitung sehr viel schwerer. Hier sind Pferde und Zugochsen die besten Kraftmaschinen, und nur die Rücksicht auf die hohen Kosten und den großen Leutebedarf veranlaßt den Landwirt, für die tierische Kraft mechanischen Ersatz zu suchen. Der Ingenieur muß vorläufig versuchen, seine Kraftmaschinen möglichst so überlastungsfähig und in kleine Einheiten teilbar zu machen wie die lebendigen, ohne dabei ähnlich hohe Betriebskosten und ähnlich viele Arbeitskräfte in Anspruch nehmen zu müssen. [M 362]

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Deutschlands Kohlenförderung und Kohlenzwangslieferungen im Jahre 1922.

Die nachstehende Zahlentafel 1 gibt auf Grund der Ergebnisse der amtlichen Statistik einen Überblick über die Förderung der verschiedenen Kohlensorten in Deutschland im Jahre 1922, und zwar im Vergleich zu den Ergebnissen der Jahre 1913, 1920, 1921.

Zahlentafel 1.
Deutschlands Kohlenförderung.

Jahr	Steinkohle 1000 t			Braunkohle 1000 t	Koks 1000 t	Preßkohlen aus Steinkohlen 1000 t	Preßkohlen aus Braunkohlen 1000 t
	Deutsches Reich ohne Saargebiet	Saargebiet	Ingesamt				
1913[1])	140 926	13 216	154 142	87 228	31 668	6 490	21 977
1913[2])	172 466	13 216	185 682	87 228	32 653	6 811	21 977
1920[2])	131 347	9 824	141 171	111 634	25 177	4 938	24 282
1921[2])	136 227	9 468	145 695	123 010	27 913	5 686	28 243
1922[3])	129 965	11 178[4])	141 143	137 207	29 664	5 563	29 466

Infolge des Fortfalls der Förderung in den an Polen abgetretenen Gebieten Oberschlesiens ist, wie die Angaben zeigen, die Steinkohlenförderung im Jahre 1922 gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen, dagegen hat die Braunkohlenförderung eine nicht unbeträchtliche Zunahme erfahren; gegenüber dem Jahre 1913 ist eine Steigerung um fast 60 vH zu verzeichnen.

Um einen Überblick über die für Deutschland besonders wichtigen Steinkohlenvorräte und die Steinkohlenförderung zu gewinnen, und zwar unter besonderer Berücksichtigung des alt- und neubesetzten Gebietes, ist auf Grund einer Darstellung in „Wirtschaft und Statistik“ (2. Januarheft 1923) die nachstehende Zahlentafel 2 zusammengestellt:

Zahlentafel 2.
Deutschlands Steinkohlenförderung 1922.

Fördergebiet	Vorräte		Förderung		
	Mill. t	vH	Mill. t	vH[5])	vH[6])
Saargebiet	16 500	6,2	11,2[4])	8,6	—
übriges linksrheinisches Gebiet . .	10 500	4,0	6,0	4,6	5,1
alt-besetztes Gebiet	27 000	10,2	17,2	13,2	—
Ruhrgebiet	213 600	80,9	92,6	71,1	77,7
gesamtes besetztes Gebiet	240 600	91,1	109,8	84,3	82,8
unbesetztes Gebiet[1])	23 400	8,9	20,5	15,7	17,2
Deutsches Reich . .	264 000	100,0	130,3	100,0	100,0

Rund 91 vH der Steinkohlenvorräte des ganzen Deutschen Reiches in seinem heutigen Umfang und rd. 85 vH der gesamten deutschen Steinkohlenförderung entfallen demnach auf die zurzeit besetzten Gebiete. Ergänzend sei bemerkt, daß der Verlust der an Polen abgetretenen oberschlesischen Gebiete, die etwa 87,5 vH des gesamten oberschlesischen Steinkohlenvorkommens umfassen, eine Verringerung der deutschen Steinkohlenvorräte um rd. 146 Milliarden t mit sich gebracht hatte.

Von den deutschen Braunkohlenvorräten, die auf 17,5 Milliarden t geschätzt werden, lagern etwa 3,7 Milliarden t = 21,1 vH in den besetzten Gebieten. Von der gesamten Braunkohlenförderung, die im letzten Jahr 137,2 Mill. t betragen hat, entfallen 37,4 Mill. t = 27,3 vH auf die besetzten Landesteile.

Zahlentafel 3.
Die Zwangskohlenlieferungen der einzelnen deutschen Fördergebiete 1922.

Fördergebiet	Steinkohle t	Koks t	Braunkohle t	insgesamt t
Ruhrgebiet . . .	8 457 453	6 395 362	663 864	15 516 679
Mitteldeutschland	0	0	13 264	13 264
Schlesien	449 050	56 500	0	505 550
zusammen . . .	8 906 503	6 451 862	677 128	16 035 493

Zahlentafel 4.
Die Zwangskohlenlieferungen des Ruhrgebiets 1622.

Monat	Steinkohle t	Koks t	Braunkohle t	insgesamt t
Januar	753 988,780	494 333,458	95 269,700	1 343 591,938
Februar	653 519,322	399 309,072	30 603,000	1 083 431,394
März	851 592,184	506 030,880	54 389,500	1 412 012,564
April	759 217,442	580 915,284	46 697,500	1 386 830,226
Mai	848 639,304	586 103,570	47 731,000	1 482 473,874
Juni	685 858,614	534 582,787	31 679,000	1 252 120,401
Juli	662 651,571	570 085,483	33 470,500	1 266 207,554
August	550 269,928	479 559,381	36 487,000	1 066 316,309
September . . .	628 835,129	565 883,109	75 630,600	1 270 348,838
Oktober	680 091,500	555 170,100	65 362,500	1 300 624,100
November . . .	696 335,000	550 584,900	80 835,500	1 327 755,400
Dezember	686 454,500	572 804,400	65 708,000	1 324 966,900
zusammen . . .	8 457 453,274	6 395 362,424	663 863,800	15 516 679,498

Diese Darstellung der deutschen Kohlenförderung im Jahre 1922 sei durch einige Angaben über die deutschen Kohlenzwangslieferungen ergänzt. In Zahlentafel 3 sind die Lieferungen nach Kohlensorten und nach Fördergebieten zusammengestellt; Zahlentafel 4

Zahlentafel 5.
Die Zwangskohlenlieferungen nach den einzelnen Empfangsländern 1922.

	Frankreich u. Luxemburg t	Belgien t	Italien t	insgesamt t
angeforderte Menge	14 788 500,0	3 338 366	3 067 000	21 193 866,0
gelieferte Menge	13 201 195,2	3 021 353	2 743 316	18 965 864,2
Restbestand . .	1 587 304,8	317 013	323 684	2 228 001,8

[1]) Ohne die Förderung in den an Polen abgetretenen Gebieten Oberschlesiens.
[2]) Einschließlich der Förderung in den an Polen abgetretenen Gebieten Oberschlesiens.
[3]) Einschließlich der von Januar bis Mai erfolgten Förderung in den Polen abgetretenen Gebieten Oberschlesiens.
[4]) Der in dieser Zahl enthaltene Betrag für die Förderung im Dezember ruht auf Schätzung.
[5]) vH der Reichssumme einschl. der Förderung des Saargebietes.
[6]) vH der Reichssumme ohne die Förderung des Saargebietes.

Amerikanische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 99.

Letzte Werte: Kohle . am 13. Februar 7,00 $/ton — Eisen . am 13. Februar 55,30 $/ton — Kupfer . . . am 8. März 17,00 c/lb — Baumwolle . am 8. März 30,95 c/lb — Pfd. Sterling : am 8. März 4,7037 $/£ — Mark . . . . am 8. März 0,0048 $/ℳ

Bemerkenswert ist das Sinken des Kohlenpreises gegenüber der Steigerung des Stabeisen- und Kupferpreises und der Börsenkennzahl. (Besserung der Wirtschaftslage!) Auch das weitere Ansteigen des Sterlingkurses verdient Beachtung.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel: (vergl. S. 247)

Kupfer . . . . am 8. März 7 519 ℳ/kg
Baumwolle . . am 8. März 14 906 ℳ/kg
Dollar . . . . am 8. März 19 400 ℳ/$
Aktienziffer . . am 2. März 1 001 715.

gibt im einzelnen eine Übersicht über die monatlichen Lieferungen des Ruhrgebietes, welches den Hauptanteil an den Zwangslieferungen aufzubringen hat.

Eine weitere amtliche Darstellung, welche die nach den einzelnen Empfangsländern vorgenommenen Lieferungen mit den angeforderten Mengen vergleicht (Zahlentafel 5), zeigt, mit wie geringen M[en]gen Deutschland im Rückstand geblieben ist.

Die Unstimmigkeit zwischen dem in Zahlentafel 3 angegebene[n] Gesamtbetrag von rd. 16 Mill. t und dem Betrag von rd. 19 Mi[ll.] t gemäß Tafel 5 hängt damit zusammen, daß die Angaben in T[a]f[el]

uf anerkannten Rechnungsunterlagen beruhen, die noch nicht alle atsächlich erfolgten Lieferungen umfassen. Voraussichtlich wird also er höhere Betrag der Wirklichkeit näherkommen; allerdings stellen auch ie Werte der Zahlentafel 5 noch keine endgültig richtigen Zahlen dar.

Zum Schluß sei bemerkt, daß die bis Ende Dezember 1921 von eutschland vorgenommenen Zwangskohlenlieferungen rd. 37 Mill. t etragen hatten. Demnach hat Deutschland in Form von Zwangsliefeungen bisher insgesamt etwa 56 Mill. t Kohle und Koks an die Verandstaaten ausgeführt. [W 182]

Die wirtschaftliche Lage der amerikanischen Industrie.

Die Besserung der wirtschaftlichen Lage in den Vereinigten taaten hält an; ja sie soll sich mit Riesenschritten der Hochkonjunktur on 1919/20 nähern. Aus vorliegenden amerikanischen Berichten[1]), die ne Übersicht bis Ende des Jahres 1922 gewähren, kann dem auf . 92 bis 94 erschienenen Wirtschaftsbild noch folgendes Tatsachenaterial nachgetragen werden:

Amerika sieht sich durch die wieder zunehmende Tätigkeit in der ndustrie und durch die gesetzlich beschränkte Einwanderung einem achsenden Arbeitermangel gegenüber, der sich immer empfindlicher emerkbar macht. Im Jahre 1921 kamen 32 726 ungelernte Arbeiter nach en Vereinigten Staaten; in der gleichen Zeit verließen dagegen merika 100 058 Arbeiter.

Aber fast noch bedrohlicher ist der Mangel an gelernten Arbeitsäften, auf deren Heranbildung bisher nur wenig Gewicht gelegt urde. Die Feststellung von maßgebender Seite, daß die Zahl der elernten Mechaniker zurzeit um 60 vH gegenüber der Vorkriegzeit rückgegangen sei, und daß die Leistung des Arbeiters die vor acht hren nicht erreiche, scheint ihre Wirkung nicht verfehlt zu haben. hritte zur Behebung dieses Übelstandes sind eingeleitet worden.

Interessant ist die Mitteilung, daß z. B. die Spinnereien und ebereien ihre alten Lohnsätze wieder eingeführt haben; alle Verche, die Löhne herabzusetzen, sind als gescheitert anzusehen.

Aus einigen Leistungszahlen verschiedener Industrien ist die bereits erwähnte Aufwärtsentwicklung der Produktion deutlich ersichtlich: die Produktion von Stahlblöcken betrug im dritten Vierteljahr 1922 8 088 000 tons oder 6 vH mehr als im Jahre 1913. Während der gleichen Zeit war die Leistung in England um 20 vH hinter der Vorkriegsleistung zurückgeblieben.

Die Bautätigkeit vom April bis Oktober 1922 stellte eine bisher noch nicht dagewesene Spitzenleistung dar; nach dieser Zeit ließ sie natürlicherweise nach; doch auch die bisherigen Wintermonate zeigten noch eine lebhafte Tätigkeit auf diesem Gebiet.

Die Automobilindustrie ist reichlich beschäftigt und erweitert sich ständig. Der Wert der jährlich in den Vereinigten Staaten hergestellten Automobile beträgt rd. 1350 Mill. $, die Produktion der Automobilreifen beläuft sich auf rd. 675 Mill. $, die der Ersatzteile auf 550 Mill. und die der Hilfsgeräte auf 150 Mill. $. Im Oktober 1922 wurden 217 098 Personenautomobile und 21 416 Schlepper fertiggestellt gegenüber 187 128 Personenwagen und 18 650 Schleppern im September.

Auch die Zigarettenindustrie kann von Höchstleistungen berichten; die Augustproduktion von über 6 Milliarden Zigaretten übertrifft alle bisherigen Ziffern; aller Voraussicht nach wird die Zigarettenausbeute des Jahres 1922 sogar die Höchstproduktion des Jahres 1921 mit über 51 Milliarden übertreffen.

Im Gegensatz zu der in Deutschland weit verbreiteten Ansicht, daß in Amerika der Achtstundentag allgemein üblich ist, sei hier bemerkt, daß zurzeit Bestrebungen im Gange sind, ihn in der Textilindustrie einzuführen und im Eisenbahndienst, wo er seit einiger Zeit besteht, abzuschaffen! Hier soll er ganz besondere Nachteile mit sich gebracht und die Personalkosten stark erhöht haben.

Über die allgemeinen Lebensbedingungen ist zum Schluß noch zu bemerken, daß die Kosten des Lebensunterhaltes in letzter Zeit wieder angezogen haben. Sie waren im Oktober 1922 um rd. 58 vH höher als die Preise im Juli des Jahres 1914. [W 183]

[1]) Siehe Bulletin Nr. 9 „Industrial-Economic conditions in the United States", herausgegeben vom National Industrial Conference Board in New York.

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 2000).

Der Kupolofenbetrieb. Von Carl Irresberger. Heft 10 der Werkstattbücher für Betriebsbeamte. Berlin 1922, Julius Springer. 54 S. mit 63 Abbildungen und 5 Zahlentafeln.

Der als Gießereifachmann wohlbekannte Verfasser hat sich mit m vorliegenden Heft der Werkstattbücher einer sehr dankenswerten ufgabe unterzogen, denn der Betrieb der Gießereischmelzöfen, insbendere der einfachen Schachtöfen, wird immer noch viel zu lässig führt, so daß das handliche Büchlein für die Praktiker, ganz gleich Betriebsleiter, Meister oder Facharbeiter, in vielen Fragen des hmelzofenbetriebes als Leitfaden viel Gutes tun kann.

Es würde zu weit führen, auf alle Einzelheiten der Arbeit einzuhen. Der Inhalt des Buches bringt eine Reihe wertvoller Betriebsfahrungen, die durch zahlreiche Abbildungen zweckmäßig erläutert rden. Da Anregungen und Ergänzungen erwünscht sind, möchte ich pfehlen, bei einer Neuauflage auch die Abbildung eines vollständigen ns, und zwar einmal mit und einmal ohne Eisensammler (Vorherd), zufügen. An Hand dieser Abbildungen sind dem Praktiker die Einheiten im Ofenaufbau besser verständlich, auch kann die Bedienung Öfen, d. h. die Beschickung usw., klarer erläutert werden.

Als weitere Ergänzung empfehle ich, kurz gefaßte Leitsätze für die dienung der Schachtöfen am Schlusse des Buches anzufügen. Ich e diese Anregung in verschiedenen Vorträgen bereits zum Ausdruck bracht und verweise dabei auch auf die vom Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung herausgegebenen Betriebsblätter wie z. B. für Bedienung von Betriebsanlagen, Maschinen, Lokomotiven usw. se Betriebsblätter bewähren sich als vorzügliche Hilfsmittel zur Erhung der Wirtschaftlichkeit in den Werkstätten.

Im übrigen bringt das kleine Buch in seiner handlichen Form so nlich alles, was für den Praktiker und angehenden Gießereileiter ssenswertes über den Betrieb der Schachtöfen gesagt werden kann. tzdem wird es nicht schaden, wenn in der Neuauflage, selbst auf Gefahr hin, daß das Büchlein etwas umfangreicher wird, neben gen Ergänzungen auch noch einiges über die zum Ofenbetrieb gehenden Gebläse gesagt wird. Vielleicht lassen sich die Ergängen auch mit weiteren Angaben über den Schmelzbetrieb und die nmischungen in einem neuen Bande der Werkstattbücher vergen. Das Buch kann allen Gießereifachleuten zur Anschaffung ens empfohlen werden. Joh. Mehrtens.

hnische Mechanik. Ein Lehrbuch der Statik und Dynaik für Ingenieure. Von Ed. Autenrieth. Neu bearitet von Dr.-Ing. Max Enßlin. Berlin 1922, Julius Springer. ritte verbesserte Auflage. 564 Seiten mit 295 Textabbildungen. Preis b. Gz. 15.

Das bekannte und beliebte, „von einem Ingenieur verfaßte, für Inicure bestimmte Lehrbuch" der Mechanik liegt hier in dritter Aufvor. Gegenüber der zweiten, kurz vor dem Krieg erschienenen Aufweist es nur geringe Änderungen auf. In der Einleitung sind die mern, die von „Kraft, Raum, Zeit, Grundprinzipien der Wechselwirkung und Trägheit" handeln, neu bearbeitet worden, was sich naturgemäß auch noch an einigen späteren Stellen auswirkt, wo von diesen Grundbegriffen die Rede ist. Der der Statik gewidmete erste Abschnitt ist um die Nummern gekürzt, die die Theorie des Nullsystems und die statische Untersuchung eines Kuppeldaches behandelten. Dafür ist die Theorie der Reibung durch das Einarbeiten der Ergebnisse neuerer Versuche, wie sie z. B. in den Forschungsheften des V. D. I. niedergelegt sind, ausgestaltet. Auch die Theorie des flachgespannten Seiles ist durch die Aufnahme der Ergebnisse der Kutzbachschen Forschungen erweitert worden. Im dritten Abschnitt, der die Dynamik des materiellen Körpers bringt, ist systematischer als bisher die vektorielle Behandlung durchgeführt, was zu einzelnen kleinen Änderungen in der Anordnung führte. Um den Lesern, die die Vektoranalysis noch nicht kennen, das Verständnis zu erleichtern, ist der Anhang über Vektorrechnung erweitert worden. Im übrigen ist der Text genau durchgesehen und an vielen Stellen Bezug auf neuere Forschungsergebnisse genommen. Druck und Ausstattung sind auch bei der neuen Auflage wieder vorzüglich.

Hannover. Georg Prange.

Lehrbuch der Physik. Von O. D. Chwolson. Band II, zweite Abteilung: **Die Lehre von der strahlenden Energie.** Herausgegeben von Gerhard Schmidt. Mit 498 Abbildungen. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn Akt.-Ges.

Mit der Herausgabe der zweiten verbesserten und vermehrten Auflage des zweiten Bandes des bekannten Chwolsonschen Lehrbuches hat sich G. Schmidt ein wirkliches Verdienst erworben. Es handelt sich hier um die zentralen Partien der Physik, nämlich um die Lehre von der Energiestrahlung im weitesten Sinne des Wortes. Gegen die erste Auflage ist kaum eine Seite unverändert geblieben, und der Bearbeiter hat eine ungeheure Arbeit geleistet, namentlich in der Bewältigung der ausgedehnten Literatur. Bei genauer Lektüre habe ich immer wieder nur staunen können, wie selbst neueste Arbeiten berücksichtigt sind. Daß dabei, namentlich bei der spektroskopischen Literatur, kleinere Versehen untergelaufen sind, ist für die Beurteilung des Ganzen belanglos; erwähnt sei jedoch als Wunsch für die nächste Auflage, daß das Namenregister umfangreicher und genauer ausfallen möchte. Mögen bald die noch fehlenden Bände folgen!

Marburg (Lahn). [B 1591] Prof. Dr. C. Schaefer.

Bericht über die gemeinsame Versammlung des Wasserrohrkessel-Verbandes, Feuerungsverbandes und Economiser-Verbandes, Düsseldorf, am 28. April 1923 in Heidelberg. Herausgegeben vom Wasserrohrkessel-Verband. 33 S. mit 21 Abb.

Die sehr gut ausgestattete Niederschrift der ersten Hauptversammlung, an der außer Mitgliedern Vertreter von Behörden, Hochschulen und Dampfkessel-Überwachungsvereinen teilgenommen haben, enthält einen Vortrag von Prof. Eberle über die neueren Fragen der Dampferzeugungstechnik, insbesondere die Ergebnisse neuerer Forschungen über den Einfluß unvollkommener Verbrennung, die Wärmeübertragung in dem Kessel, die Steigerung des Dampfdruckes und die Dampfspeicherung, und im Anschluß hieran einen Beitrag von Dr. Döhne über Wirkungsgrade von Dampfmaschinen bei Betrieben mit sehr hohen Dampf-

drücken. Der Bericht ist ein erfreuliches Zeichen für die Beachtung, die die gesamten wirtschaftlichen Verbände ausgesprochen technischen Fragen der Neuzeit entgegenbringen.

Beiträge zur Wärmewirtschaft in Großbetrieben. Von Dipl.-Ing. J. Haack. Essen 1922, Deutsche Bergwerkszeitung, G. m. b. H. 31 S. mit 15 Abb.

Die Abwärmeverwertung im Kraftmaschinenbetrieb mit besonderer Berücksichtigung der Zwischen- und Abdampfverwertung zu Heizzwecken. Von Dr.-Ing. L. Schneider. 4. Aufl. Berlin 1922, Julius Springer. 272 Seiten mit 180 Abb. Preis Gz. geb. 8.

Gegenüber der dritten Auflage, s. Z. 1921 S. 407, sind als wichtigste Neuerungen die Schmidtsche Hochdruckdampfmaschine und der Ruthssche Dampfspeicher aufgenommen, desgl. ein Abschnitt über Kraftverdampfung und Wärmepumpe.

Die industrielle Heizung. Zur Einführung in das Studium der Metallurgie. Von H. Le Chatelier. Übersetzung von B. Finkelstein. Leipzig 1922, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 418 S. mit 96 Abb. Preis Gz. 11, geb. 13.

Sammlung Göschen, Band 342: **Heizung und Lüftung.** Von Ing. J. Körting. I. **Das Wesen und die Berechnung der Heizungs- und Lüftungsanlagen.** 4. Auflage. Berlin und Leipzig 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 139 S. mit 24 Abb. Preis Gz. 1.

Fatigue of metals. Von C. E. Stromeyer. Herausgegeben vom South Wales Institute of Engineers in Cardiff. 331 S.

Aus der Geschichte der Solinger Industrie, Band 2: **Von der Handschmiede zur Schlägerei: Der Tischmesserschmied.** Von F. Hendrichs. Köln 1922, Rheinland-Verlag. 72 S. mit 34 Abb. Preis Gz. 2.

Das Kupferschweißverfahren, insbesondere bei Lokomotiv-Feuerbüchsen. Von Reg.-Baurat A. Bothe. Berlin 1923, Julius Springer. 56 S. mit 22 Abb. Preis Gz. 1,6.

Auf Grund der im Reichsbahn-Ausbesserungswerk Grunewald gemachten Beobachtungen und Erfahrungen beim Schweißen kupferner Lokomotiv-Feuerbüchsen ist in dem Buch für Praktiker zusammengestellt die Lehre und Ausübung des Schweißens mit den erforderlichen Geräten, ferner die verschiedenen Arten der Anwendung. Ein Anhang enthält das Wichtigste über autogene Kupferschweißungen.

Elemente der Graphostatik. Von Ing. G. Dreyer. 7. Aufl. Leipzig 1923, Dr. Max Jänecke. 128 S. mit 300 Abb. und 8 Tafeln.

Der Brückenbau. Von Prof. Dr.-Ing. e. h. J. Melan. III. Band, 2. Hälfte: **Eiserne Brücken.** II. Teil. 2. Aufl. Leipzig und Wien 1923, Franz Deuticke. 341 S. mit 339 Abb. Preis Gz. 15.

L'opera del servizio idrografico nel biennio 1921—1922. Vom Minister dei lavori publici. Rom 1923, Giovanni Bardi. 218 S. mit Abb. und Tafeln

Über Wasserkraftanlagen. Praktische Anleitung zu ihrer Projektierung Berechnung und Ausführung. Von Ing. J. Schlotthauer. 3. Auf München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 103 S. mit 13 Abb. Preis G 2,5, geb. 3,5.

Über Wasserversorgungsanlagen. Von Ing. F. Schlotthaue 3. Aufl. München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 155 S. mit 9 Abb Preis Gz. 3, geb. 4.

Maschinenbau. Lehrbuch für höhere technisch-gewerbliche Lehranstalten und höhere Fachschulen. II. Teil: **Maschinenelemente II.** 1. Buch **Maschinenteile der drehenden Bewegung I.** Von Ing. K. Riedle Wien und Leipzig 1923, Franz Deuticke. 102 S. mit 208 Abb. un 4 Textblättern. Preis Gz. 7,2.

Maschinentechnisches Versuchswesen, Band I: **Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und zur Betriebskontrolle.** Von Pr Dr.-Ing. A. Gramberg. 5. Aufl. Berlin 1923, Julius Springe 565 S. mit 326 Abb. Preis Gz. geb. 14.

Folgende Teile sind in der fünften Auflage ganz erneuert: § 53 Au füllmethoden, § 59 bis 62 Ausflußmessungen, § 79 Elektrische Leitung messung, § 102 Strahlungspyrometer, § 120 Selbsttätige Analyse, § 1 Physikalische Gasuntersuchung. Daneben finden sich überall kleine Ergänzungen. Besprechung der vierten Auflage s. Z. 1921 S. 1058.

Versuchsfeld für Maschinenelemente der Technischen Hochschule Berlin, 3. u. 4. Heft: **A. Versuche mit Zahnrädern von Straßenbahnwagen.** Von Prof. Dr.-Ing. Kammerer und Prof. Dr.-Ing. Cranz. **B. Versuche mit schnellaufenden Riemenscheiben.** Von Dip Ing. A. Markmann. München und Berlin 1923, R. Oldenbour 36 S. mit 36 Abb. Preis Gz. 4.

Mitteilungen des Instituts für Kraftfahrwesen an der Sächsischen Technischen Hochschule Dresden. Von Prof. Dipl.-Ing. O. Wawrziniok. 1. Sammelband. Berlin 1923, Klasing & Co., G. m. b. 84 S. mit 108 Abb. Preis 10 000 *M*.

Las centrales eléctricas de la republica Argentina. Von Dr.-Ing. Niebuhr. Buenos Aires 1922. 44 S.

Telephon- und Signal-Anlagen. Von C. Beckmann. 3. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 325 S. mit 418 Abb. Preis geb. Gz. 7.

Das Buch ist in der neuen Auflage wesentlich umgearbeitet, wob die Kapitel über Nebenstellenwesen, Automatie und Verstärkungseinrichtungen grundlegend verbessert sind.

Technisches Auskunftsbuch für das Jahr 1923. Von H. Joly. 29. Jahrgang. Kleinwittenberg a. Elbe 1923, Joly-Verlag. 1440 und XXXVI Preis 2000 *M*.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES.

Neuregelung des Bezuges der Zeitschrift (Sonnabendausgabe) für die Mitglieder in Deutschland und Deutsch-Österreich.

Nachdem der Vorstandsrat einem dahingehenden Antrag des Vorstandes zugestimmt hat[1]), ergibt sich für den Bezug der Zeitschrift (Sonnabendausgabe) durch die Mitglieder die folgende Neuregelung:

1. Vom 1. April d. J. ab erhalten sämtliche Mitglieder in Deutschland und diejenigen Mitglieder in Deutsch-Österreich, die dem Österreichischen Verband nicht angehören, die Z. d. V. d. I. nur noch auf dem Wege des unmittelbaren Monatsbezuges durch die Post.

   (Für die Mitglieder im Auslande verbleibt es bei der bisherigen unmittelbaren Zustellung als Drucksache. Ferner werden für die Mitglieder in Deutsch-Österreich, die dem Österreichischen Verband des V. d. I. angehören, die Bezugsbedingungen neu geregelt; diese Mitglieder werden gebeten, eine besondere Benachrichtigung abzuwarten.)

2. Um eine Unterbrechung in der Lieferung zu vermeiden, werden die genannten Mitglieder in ihrem eigenen Interesse gebeten, die Sonnabendausgabe, wie schon in den V. d. I.-Nachrichten vom 7. März ds. Js. mitgeteilt, sofort, spätestens aber bis zum 20. März ds. Js. bei dem zuständigen Postamt ihres Wohnortes zu bestellen.

   (In den folgenden Monaten regelt sich die Erneuerung des Bezuges in der Weise, daß der Briefträger zwischen dem 10. und 20. des Monats den jeweils festgesetzten Bezugpreis für den folgenden Monat einfordert.)

3. Der Bezugpreis der Sonnabendausgabe der Zeitschrift für April beträgt 4000 *M*.

4. Für die pünktliche Zustellung der Sonnabendausgabe ist vom 1. April ab allein die Post verantwortlich.

   (Störungen in der Lieferung sind sofort dem zuständigen Postamt zu melden, das zur kostenfreien Nachlieferung verpflichtet ist, wenn die Bestellung rechtzeitig erfolgt und der Bezugpreis bezahlt ist. Ist die Bestellung oder die Nachforderung ausgebliebener Hefte zu spät erfolgt, so könn fehlende Hefte nicht nachgeliefert werden, weil die hoh Herstellungskosten zu knappester Bemessung der Aufla zwingen.)

5. Bei Wohnungswechsel ist bei dem zuständigen ö lichen Postamte die Umleitung unter Beifügung postalischen Umschreibgebühr von 30 *M* zu beantragen.

   (Wir bitten, einen Wohnungswechsel außerdem auch Geschäftsstelle sofort mitzuteilen.)

6. Die Mitglieder, die in der vorstehenden Weise die Sonnabendausgabe beziehen, haben für die Dauer des Bezugs keinen Mitgliedbeitrag zu entrichten, wenn sie d Postquittung unmittelbar an die Geschäftsstelle einsenden.

Die Mitglieder, die nur die V. d. I.-Nachrichten beziehen, erhalten diese wie bisher nach Zahlung d Mitgliedbeitrages an die Geschäftsstelle unmittelbar geliefert. D Mitgliedbeitrag für das 2. Vierteljahr 1923 ist mäß Vorstandsbeschluß auf 3000 *M* festgesetzt. Um den gestörten Bezug der V. d. I.-Nachrichten zu sichern, bitten diese Mitglieder, den Beitrag von 3000 *M* umgehend auf Postscheckkonto des V. d. I., Berlin NW 7, Nr. 65 einzuzahlen.

(Genaue Angabe von Vor- und Zunamen, Wohnung und zirksverein in deutlicher Schrift dringend erbet)

Die bisherigen Postbezieher (Nichtmitglied) bestellen die V. d. I.-Zeitschrift und die V. d. I.-Nachrichten n wie vor unmittelbar bei dem zuständigen Postamt ihres Wo ortes. Wir sind jedoch gezwungen, für die Monate Februar und März eine Nachforderung von 1500 *M* und 3500 insgesamt also 5000 *M*, zu erheben, da der s. Zt. für das er Kalendervierteljahr festgesetzte Bezugpreis bei der ungeheu und sprunghaften Verteuerung aller Herstellungskosten n nicht einmal ausreicht, um die tatsächlichen Herstellungskosten im Januar zu decken. Wir richten daher an alle Postbezieher die Bitte, diese Nachforderung von 5000 sofort auf das Postscheckkonto des Verlages Berlin Nr. 49405 zu überweisen.

Berlin NW 7, Sommerstraße 4a.

Geschäftsstelle des Vereines deutscher Ingenieure

[1]) s. V. d. I.-Nachr. Nr. 8a S. 74.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 12 SONNABEND, 24. MÄRZ 1923 BD. 67

INHALT:

Der heutige Stand des Formmaschinenbaues.

Von U. Lohse, Hamburg.

II. Kraftformmaschinen[1].

. Maschinen mit ausschwenkbarer Modellplatte.

Die Maschinen mit ausschwenkbarer Modellplatte kommen nur für kleine Formkasten in Frage und sind entweder so angeordnet, daß die Preß- und die Abhebevorrichtung im Hauptmaschinengestell untergebracht sind, oder so, ıß die Preßvorrichtung allein im Hauptgestell sitzt, während e Abhebevorrichtung seitlich daneben steht. Namentlich die aschinen mit Doppel- ressung für Stapelguß ıd die Maschinen für ıstenlose Formen sind eispiele der erstge- ınnten Art, während e der zweiten als rehtischformmaschinen kannt sind.

: Formmaschi- ɜn mit Doppel- ressung[2]), Abb. 1 d 2. Die Bettplatte a ıgt den Preßzylinder b t Preßkolben c und ei Säulen d mit der gendruckplatte e. Um ie dritte Säule f ist ttels langer Nabe g : Modellplattenträger drehbar, der die Be- gung des Preßkol- ıs c mitmachen kann, bei die Nabe g die hrung bildet. Der die odellplatte k umge- ıde Füllrahmen i t auf 4 Federstif- l, deren Federn in r an den Modellplattenträger h angeschraubten Büchsen m zen. Eine zweite Modellplatte n ist am Querhaupt e befestigt. ei kurze Schraubenfedern o sichern die saubere Trennung der eßten Form von der oberen Platte n beim Sinken des Preß- bens c. An die eine Stützsäule d ist das Preßwasser-Regel- itil p mit Handhebel q angeschraubt.

Die Maschine wird hauptsächlich beim Einformen flacher l kleiner Gegenstände, als: Herdringe, Scheiben, Kleineisen- e, Türdrücker u. a., verwendet. Sie wird für Formkastenab- ıssungen von 320 × 420 bis 500 × 700 mm² gebaut.

Wird die obere Modellplatte n durch eine einfache Preßbohle etzt, so arbeitet die Maschine wie eine gewöhnliche Preßform- schine mit selbsttätiger Kastenabhebung.

Formvorgang. Bei seitlich ausgeschwenktem Modellplatten- ger h wird der Formkasten r auf den Rahmen i gesetzt und mit Sand gefüllt. Hierauf wird h in die gezeichnete Stellung eingeschwenkt und durch Betätigen des Hebels q Druckwasser unter den Preßkolben c gegeben. Beim Hochgehen nimmt c den Plattenträger h mit der Modellplatte k, dem Rahmen i und dem Kasten r mit und preßt letzteren gegen die obere Modellplatte n. Dabei gleitet der Füllrahmen i entsprechend der zunehmenden Sandverdichtung an den Seiten der Modellplatte k hinab, wobei der in ihm befindliche Sand in den Formkasten r hineingedrückt wird. Durch Umstellen des Steuerventiles p wird dann der Wasserauslaß geöffnet, und der Kolben c sinkt mit dem Modellplattenträger h langsam herab. Dabei wird selbsttätig der Füllrahmen i durch die Bolzen l der Schraubenfedern hochgedrückt und so der Kasten r von der Modellplatte k abgehoben. Der Kolben c und die Federbolzen l setzen ihre entgegengesetzte Bewegung so lange fort, bis die Federn entspannt sind. Beim weiteren Sinken von c löst sich der Formkasten r durch Eigengewichtwirkung in Verbindung mit dem Druck der Schraubenfedern o auch von der oberen Modellplatte n. So ergibt sich eine doppelseitig gepreßte Form in abgehobener Stellung, die leicht abgesetzt werden kann.

Abb. 1 u. 2. Stapelguß-Formmaschine mit Doppelpressung.

Solche Doppelformen können zu 8 bis 10 auf einander gesetzt und durch einen gemeinsamen Einguß verbunden werden. Es entsteht so der sogenannte Stapelguß, der etwa nur die halbe Zahl der Formkasten verlangt, außerdem wesentlich an Sand und Zeit für die Herstellung der Formen spart, da die obere Seite des unteren Kastens gleichzeitig die untere Formhälfte für den darüber liegenden oberen Kasten bildet.

Die mittlere Leistung der Maschine soll bei einer Kastengröße 320 × 420 mm² 18 bis 22 Kasten in 1 h betragen, d. h. die Herstellung einer Formhälfte dauert im Mittel etwa 3 min.

Schnellformmaschine[3]), Abb. 3 und 4. Die Maschine ist eine Druckwasser-Formmaschine mit Doppelpressung und

[1]) s. Z. 1922 S. 4.

[2]) Ausführung: Alfred Gutmann A.-G. für Maschinenbau, Ottensen-Hamburg.

[3]) Ausführung: Alfred Gutmann, A.-G. für Maschinenbau, Ottensen-Hamburg.

Abb. 3 u. 4. Schnellformmaschine zur Herstellung von Nähmaschinengestellen und dergleichen.

selbsttätiger Einstempelung der Eingußtrichter, auf der gleichzeitig zwei verschiedene Formkastenpaare in unmittelbarer Folge hintereinander gepreßt und abgehoben werden können.

Die von vier Säulen a getragene Preßplatte b ist so bemessen, daß gleichzeitig zwei Formkasten nebeneinander unter ihr Platz finden. Vier Schwenkflügel c sind als Modellplattenträger und Füllrahmen ausgebildet und mit Naben d, die auf Kugel- und Rollenlagern laufen, um die Säulen a drehbar. Sie machen die Bewegung des Preßkolbens e nicht mit, vielmehr wird die eingeschwenkte Form so gepreßt, daß ein im Schwenkflügelrahmen c eingebauter Preßklotz f, dessen Einstellung die Preßhöhe bestimmt, und der in c besonders gut geführt ist, nach oben gedrückt wird. Der über der tiefer stehenden Modellplatte im Rahmen befindliche Sand wird also durch Hochgehen des Preßklotzes f in den Formkasten g gedrückt. Beim Absenken sinkt mit dem Preßklotz f auch die Modellplatte nach unten, und damit gehen die Modelle aus dem gepreßten Sand des auf dem Schwenkflügelrahmen c stehen bleibenden Kastens g heraus.

Die Maschine wird nur für niedrige geteilte Modelle von höchstens 50 mm Höhe verwendet, wie sie bei Mähmaschinen, Öfen, landwirtschaftlichen Maschinen usw. vorkommen, und wird für Formkastengrößen von 400×300 bis 800×800 mm² gebaut.

Formvorgang: Bei ausgeschwenktem Schwenkflügel werden die Formkasten für Unter- und Oberform einer Maschinenseite gefüllt. Dann werden die Kasten eingeschwenkt und gepreßt, während gleichzeitig die beiden andern Kasten mit Sand gefüllt werden. Beim Pressen werden gleichzeitig die Eingußtrichter im Oberkasten eingestempelt, so daß die Form, soweit keine Kerne einzulegen sind, beim nachfolgenden Abheben nach dem Ausschwenken gußfertig zusammengesetzt werden kann.

Bei Formkasten unter 500×450 mm² können auf der Maschine auch Abschlagformkasten besonderer Ausführung verwendet werden, so daß sich die Vorrichtung besonders auch zur Herstellung kostenloser Formen für kleine Massenteile eignet.

Maschinen zur Herstellung kastenloser Formen, Abb. 5 bis 10. Die Maschinen werden zum Formen niedriger und mittelhoher Massengegenstände, wie sie bei der Erzeugung hauswirtschaftlicher Maschinen häufig vorkommen, mit Vorteil benutzt. Die zur Herstellung des Formballens notwendigen Kasten bilden einen Teil der Maschine selbst. Die fertig gepreßten und aus den Kasten herausgedrückten Formen werden a Unterlagbrettern abgesetzt. Mit den Abmessungen sollte ma nicht über 450 mm² l. W. der Kasten hinausgehen, damit e Arbeiter in der Lage ist, die Sandballen bequem abzusetzen.

Die Maschinen sind entweder mit einem Preßkolben ausg rüstet (Abb. 5 bis 8), der auch das Ausdrücken des fertigen San ballens aus den Kasten besorgt, oder es sind zwei fernrohrart ineinandergesteckte Kolben (Abb. 9 und 10) vorhanden, von den der äußere das Pressen, der innere das Ausdrücken der fertig Form übernimmt.

Bei der in Abb. 5 und 6 wiedergegebenen Anordnung[1]) ka der Preßkolben a durch die Verriegelvorrichtung b mit der Bode platte c des Unterkastens d verbunden werden. Die beiden For kasten d und e sind an den die Gegendruckplatte f tragenden se lichen Säulen g geführt. Der Unterkasten d ruht in tiefster La auf den Stützen h, während der Oberkasten e an zwei Ketten aufgehängt ist. Letztere sind um zwei Scheiben k geschlung die auf einer mittels Handhebels l drehbaren Welle m sitzen. Ei Klinkenscheibe v hält den Kasten in der gezeichneten Stellur Ein Gegengewicht q, das an einer über die Scheiben o und p schlungenen zweiten Kette r hängt, gleich das Gewicht von aus. Die doppelseitige Modellplatte s ist um eine dritte senkrec Säule t ausschwenkbar und kann in derselben Weise, wie Abb. 1 und 2 erläutert, den Bewegungen des Preßkolbens folgen.

Formvorgang: Zunächst wird bei ausgeschwenkter Mode platte s der untere Formkasten d in der gezeichneten Stellung Sand gefüllt. Dann schwenkt man die Modellplatte s in die La nach Abb. 5 und 6 und läßt durch Drehen am Handhebel l Oberkasten e so lange herunter, bis er auf s aufsitzt. Nachd auch dieser Kasten mit Sand gefüllt ist, wird durch Betätigu des Steuerventilhebels u Druckwasser unter den Preßkolben a lassen. Dieser geht daher nach oben, wobei er die Kasten sa der dazwischen befindlichen Modellplatte s mitnimmt und obere Modellplatte n in den Sand des Oberkastens e hineindrüc bis die Formkastenoberkante die Anschläge x berührt. Gleizeitig geht die Bodenplatte c in den Sand des Unterkastens hinein und preßt so die Unterkastenform. Durch Umstellen Steuerventils wird alsdann der Druckwasserauslaß geöffnet, die Teile der Maschine nehmen wieder die gezeichnete Stellung Nun wird die Modellplatte s wieder ausgeschwenkt, der ob Kasten e auf den unteren d gesenkt und mit ihm durch den Hake verklammert. Durch Betätigung der Verriegelvorrichtung b w jetzt die Verbindung zwischen dem Unterkastenträger und

[1]) Ausführung: A. Gutmann, A.-G. für Maschinenbau, Otten Hamburg.

Abb. 5 und 6. Hydraulische Formmaschine für kastenlose Formen.

Kolben a gelöst und erneut Druckwasser unter a gegeben. Der hochgehende Kolben a drückt dann die beiden Sandballen aus den Kasten, und die fertige Form kann auf einem bei Beginn des Formens in den Unterkasten gelegten Unterlagebrett weggetragen werden.

Einen besonderen Füllring und verstellbaren Gegenpreßanschlag benutzt die patentierte Anordnung[1]), Abb. 7 und 8. Der Gegenpreßkopf a ist ausschwenkbar, dadurch wird das Einbringen des Sandes in den Oberkasten b erleichtert. Außerdem ist a in seiner Höhenlage einstellbar und ermöglicht es dadurch, die Stärke der Sandverdichtung der Art der Modelle anzupassen. Der Füllring d drückt sich beim Pressen in den Unterkasten c hinein. Ein Verriegelrahmen e ermöglicht, den Unterkasten c mit dem Kopf des Preßkolbens f zu kuppeln. Der Aufbau der Maschine ist sonst dem der vorher beschriebenen ähnlich und dürfte aus der Abbildung ohne weiteres verständlich sein.

Formvorgang: Nach Ausschwenken der Modellplatte g wird ein Brett je auf den Preßkolben f in den Unterkasten c gelegt und Sand eingefüllt, worauf der Füllring d aufgesetzt und gleichfalls voll Sand geschaufelt wird. Nunmehr schwenkt man die Modellplatte g wieder ein und senkt nach Lösen der Haltevorrichtung h durch Drehen am Hebel i den Oberkasten b auf die Modellplatte g, worauf ein Gummi- oder Federtrichtermodell auf g gestellt wird. Alsdann wird b mit Sand gefüllt und abgestrichen. Jetzt schwenkt man auch den Gegenpreßkopf a ein und kuppelt durch die Verriegelung e den Unterkasten c mit dem Preßkolben f. Nach Öffnen des Steuerventils k geht der letztere mit den Kasten und der zwischen ihnen befindlichen Modellplatte nach oben und bewirkt die Pressung des Sandes in Unter- und Oberkasten. Die jeweils erforderliche Sandpressung wird für den Oberkasten b durch die einstellbaren Schrauben s geregelt, am Unterkasten c durch entsprechendes Höher- oder Tiefersetzen des Füllrahmens d. Nach der Pressung wird der Auslaß des Steuerventils k geöffnet, der Kolben f sinkt, und Formkasten sowie Modellplatte werden in vorher eingestellten Höhen selbsttätig festgehalten. Gleichzeitig wird der Gegenpreßkolben a wieder ausgeschwenkt, ebenso die Modellplatte. Durch Lösen der Haltevorrichtung h senkt man dann den Oberkasten b auf den Unterkasten c herunter und löst die Verbindung e zwischen dem letzteren und dem Preßkolben f.

[1]) Ausführung: Vogel & Schemmann, Kabel i. W.

Abb. 7 u. 8. Hydraulische Formmaschine mit Füllring und Gegenpreßanschlag.

Durch erneutes Druckgeben ruft man nun ein erneutes Steigen des Kolbens hervor, der dabei den Sandballen aus den beiden Kasten b und c nach oben herausstößt. Mit dem Brett r kann dann die fertige Form bequem abgesetzt werden.

Auf der Maschine sollen Leistungen von 20 Kasten von 400×500 mm² in 1 h erreicht worden sein, der Druckwasserverbrauch soll dabei für die Form nur 8 l betragen haben.

Mit zwei fernrohrartig ineinander steckenden Kolben arbeitet die in Abb. 9 und 10 gezeichnete Maschine[2]). Die ausschwenkbare Modellplatte c, der Unterkasten d und der Oberkasten e sind ähnlich wie bei den andern Maschinen zur Herstellung kastenloser Formen in dem Maschinengestell eingebaut, so daß der Aufbau der Maschine nach den oben gemachten Ausführungen ohne weiteres verständlich sein dürfte. Der Unterschied beruht im wesentlichen in der Verbindung der Unterkastenteile mit dem Preßkolben f und dem Ausdrückkolben g. Der Unterkastenrahmen d ist durch Arme h mit dem Kopfteil des Preßkolbens f fest verbunden, während der bewegliche Boden a des Formkastens die Kopfplatte des im Preßkolben f steckenden Ausdrückkolbens g bildet, so daß f Druckzylinder für g ist. Die Regelung der Druckwasserzu- und -ableitung geschieht durch das Steuerventil k, während das Steuerventil l das Druckwasser für den Hauptpreßzylinder m des Preßkolbens f regelt.

Formvorgang: Sandfüllung und Pressung der Kasten erfolgen in derselben Weise, wie bei Abb. 5 und 6 beschrieben, worauf die Formen durch einen Auf- und Abwärtsgang des Preßkolbens f gepreßt und von den Modellen der Platte c getrennt werden. Nach Ausschwenken von c wird der Oberkasten e in bekannter Weise auf den Unterkasten d abgesenkt und mit ihm mittels der beiden seitlichen Haken b verbunden. Durch Betätigen des Ausdrückkolbens g wird dann der Sandballen ausgedrückt. Vor Beginn des Sandfüllens wird noch ein Brett in den Unterkasten gelegt, auf dem die fertige Form abgesetzt werden kann.

Abb. 9 u. 10. Hydraulische Formmaschine für kastenlose Formen.

Drehtisch-Formmaschinen[3]), Abb. 11 und 12. Die Drehtisch-Formmaschinen kommen in erster Linie beim Einformen solcher Modelle in Frage, die sich für dop-

[2]) Ausführung: Vereinigte Schmirgel- u. Maschinenfabriken, Hannover-Hainholz.

[3]) Ausführungen: Staatl. Hüttenwerk, Wasseralfingen.

pelseitig gepreßte Formen eignen, wo also zwei Modellplatten übereinander anzuordnen sind, zwischen denen der Kasten so gepreßt wird, daß seine beiden Seiten je eine Formhälfte aufnehmen, vergl. auch Abb. 1 und 2. Das Verfahren läßt sich aber nur für solche Formen anwenden, die nicht zu hoch sind und in Formkasten ohne Schoren eingeformt werden können. Die Drehtisch-Formmaschinen werden mit Tischen für zwei und für drei Modellplatten ausgeführt. Der Hauptvorzug dieser Anordnung besteht darin, daß an ihr gleichzeitig zwei oder drei Former arbeiten können, wobei die Arbeitsteilung so getroffen werden kann, daß sich die Arbeiter gegenseitig nicht hindern, die Leistungsfähigkeit der Maschine sich also im Verhältnis der Arbeiterzahl steigern läßt. Es kann auf der Maschine auch nach zwei oder drei verschiedenen Modellen geformt werden. Die Höhe der Formkasten, die auf den einzelnen Platten benutzt werden, braucht nicht gleich zu sein, auch können viereckige und runde Kasten gleichzeitig verwendet werden. Bei allen Drehtisch-Formmaschinen für doppelte Pressung wird di

Abb. 11 und 12. Hydraulische Drehtisch-Formmaschine mit drehbarer Gegendruckplatte und zwei Wendeplatten.

Abb. 16 und 17. Zusammengesetzte Form von Nähmaschinen-Schwungrädern.

Abb. 13 bis 15. Hydraulische Drehtisch-Formmaschine mit drei Wendeplatten und dreiseitigem Preßhaupt.

Formseite der doppelseitig gepreßten Form vom Modell eben wie die der unteren Formseite nach unten abgehoben.

Wird die obere Modellplatte durch eine gewöhnliche Pr platte ersetzt, so arbeitet die Maschine wie eine gewöhnliche Pr formmaschine.

Die Anordnung sämtlicher Drehtisch-Formmaschinen grundsätzlich dieselbe. Auf einer kräftigen gußeisernen Gru platte a sind zwei Säulen b festgeschraubt und oben durch ei Gegendruckplatte c verbunden. Die eine der beiden Säulen a di als Drehachse für den auf Kugeln gelagerten Drehtisch d, auf d die Modellplatten für den unteren Formtisch angebracht sind. D Preßvorrichtung e ist in den Fuß der Maschine eingebaut. D Abhebevorrichtung f ist auf die andere Seite der Drehsäule geset und zwar so, daß, wenn eine der auf dem Drehtisch befindlich Modellplatten über der Preßvorrichtung e steht, eine zweite M dellplatte genau über die Abhebevorrichtung f zu liegen kom Durch einen Federbolzen g wird der Drehtisch d in dieser La festgehalten.

Die Maschine nach Abb. 11 und 12 hat einen Drehtisch d it zwei Wendeplatten h und eine ebenfalls als Wendeplatte aus bildete Gegendruckplatte c. Dadurch ist es möglich, mit die Maschine gleichzeitig nach zwei verschiedenen Modellplatt paaren zu formen, von denen die Unterteile auf die Wendeplatten des Drehtisches, die Oberteile auf die beiden Seiten der Geg druckplatte c geschraubt werden. c und h werden durch Fed riegel k in wagerechter Lage gehalten. Die Wendeplatten h hal auf der der Modellplatte l entgegengesetzten Seite angegoss Rahmen m, gegen die sich den Kopf des Preßkolbens n b Pressen anlegt. Die Modellplattenlager sitzen auf kräfti Stangen o, die sie beim Pressen und Absenken in den Nabe des Drehtisches d führen. Die fertig gepreßte Form wird von Wendeplatte abgehoben, indem sie über die Abhebevorrichtun gedreht und die Platte um 180° gewendet wird, so daß der Fo kasten q unten hängt, wie bei Abb. 1 und 2 beschrieben. dem Wagen r wird die abgesenkte Form ausgefahren, so daß bequem abgesetzt werden kann. Das Pressen und das Abhe wird durch die Steuerventile s und t geregelt.

Da sich beim Pressen nur die jeweils unter die Preß richtung gebrachte Wendeplatte hebt, der Drehtisch aber in sei Lage verbleibt, kann während des Pressens der einen Form gle zeitig die zweite Wendeplatte gedreht und die fertige Form ihr abgesenkt werden. Die dargestellte Bauart wird für Ka von 350 × 400 und 400 × 400 mm² ausgeführt.

Formvorgang: Ein Arbeiter setzt auf die jeweils freilieg Modellplatte den Formkasten q mit dem Füllrahmen u auf,

ihn mit Sand und bringt durch Drehen des Drehtisches *d* die Form unter die Presse. Der zweite Arbeiter preßt die Form, hebt sie ab und fährt die fertige Form mit dem Wagen *r* aus.

Die Maschine Abb. 13 bis 15 hat die Wendeplatten *h* und ein dreiseitiges, drehbares Preßhaupt *c*. Die ersteren sind durch die im Drehtisch *d* geführten Lager mit Zapfen *g* in senkrechter Richtung verschiebbar und um die wagerechte Achse drehbar gelagert. Die Maschine dient zur Herstellung hoher doppelseitig gepreßter Formen, wobei die Wendeplatten die dabei notwendige Absenkung nach unten ermöglichen.

An die Wendeplatten *h* sind auf der Unterseite Stutzen *i* angegossen. In diese dringt der Kolben *n* beim Hochgehen ein und zentriert die Platte beim Heben genau zur Modellplatte des Preßquerstückes *c*.

Während des Pressens kann gleichzeitig die vorher gepreßte Form abgehoben und eine dritte Form auf dem freistehenden Modellplatten-Wendetisch zum Pressen vorbereitet werden. Es können also an dieser Maschine gleichzeitig drei Arbeiter tätig sein, von denen einer preßt, einer abhebt und einer die Formkasten mit Füllrahmen aufsetzt und mit Sand füllt.

Die Maschine wird in zwei Größen für Kasten von 350×450 mm² und 430 mm Dmr. sowie 450×450 und 500 mm Dmr. ausgeführt. Auf diesen Maschinen können z. B. Formen nach Abb. 16 und 17 von Nähmaschinenrädern mit Rillenkranz, die bei Handformerei nur in dreiteiligen Formen geformt werden können, in zweiteiligen hergestellt werden, was ohne Anwendung der Doppelpressung nicht möglich wäre.

Der Formvorgang ist nach den vorherigen Ausführungen ohne weiteres verständlich. [1514]

Technischer Fortschritt in Schweden und die Königliche Schwedische Akademie der Ingenieurwissenschaften.

In der großen Geschichte der Technik finden wir manche schwedische Ingenieure, die mit ihrem Schaffen weit über die Grenzen ihres Landes hinaus den Ruhm schwedischer Ingenieurkunst getragen haben. Nur an drei Männer sei hier erinnert: an den großen Kunstmeister **Christopher Polhem**[1]), der im 18. Jahrhundert auch viele Anregungen unserem Harzer Berg- und Hüttenwesen gegeben hat, an **John Ericsson**[2]), der in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in Belgien, England und vor allem in Amerika bewundernswerte Meisterwerke der Technik geschaffen hat, und an **De Laval**[3]), dem der V. d. I. seine höchste Auszeichnung, die Grashofdenkmünze, verlieh wegen seiner großen Verdienste um die Entwicklung der Dampfturbine.

Eine ehrenvolle Aufforderung der Ingenieurakademie, ihr über meine technisch geschichtlichen Arbeiten zu berichten, bot mir dank der Gastfreundschaft der Akademie eine sehr willkommene Gelegenheit, hervorragende Vertreter der Ingenieurarbeit in Schweden kennen zu lernen und wissenschaftliche Institute zu besichtigen. Hierüber sei kurz berichtet, wobei ich mir vorbehalte, auf Einzelnes später noch eingehender zurückzukommen.

An der Spitze des technischen Bildungswesens[4]) steht die Hochschule in Stockholm, die sich vor einem Jahrhundert aus einer technischen Schule entwickelt hat. Die Ausbildung dauert wie bei uns 4 Jahre. Das neue Heim der Technischen Hochschule stellt sich mit den weiten Innenplätzen, dem auf granitnen Fundamenten sich erhebenden leuchtend roten Ziegelrohbau mit den weitspannenden Bögen, ihren Durchblicken auf das sanft ansteigende Gelände als packendes Beispiel neuzeitlicher schwedischer Architektur dar[5]). Ich konnte gerade der Einweihung des neuen großen Chemischen Laboratoriums beiwohnen und hatte auch Gelegenheit, durch Besichtigung anderer Laboratorien zu sehen, wie tatkräftig man bemüht ist, unter Aufwendung sehr erheblicher Geldmittel den neueren Ansprüchen im technischen Unterricht zu genügen. Enge Beziehungen bestehen natürlich fortgesetzt gerade auch zu deutschen technischen Hochschulen und deutscher technischer Wissenschaft, wie sie auch in der umfangreichen technischen Literatur, Zeitschriften und Büchern zu finden sind. Neben der Technischen Hochschule in Stockholm hat Schweden noch in Gothenburg das Chalmers-Institut, das sich zur Zeit mit einem dreijährigen Lehrgang begnügt, in Bälde aber auch die gleichen Anforderungen wie die Hochschule in Stockholm stellen wird.

Mit der weltberühmten alten Universität Upsala bestehen keine unmittelbaren Verbindungen. Die volle Gleichberechtigung mit der Universität, wie sie die deutschen technischen Hochschulen erreicht haben, scheint Schweden noch nicht beschert zu sein. Die Verleihung des Rechtes der Doktorpromotion an die Technische Hochschule wird allerdings vorbereitet und dürfte in nächster Zukunft verwirklicht werden.

Neben den technischen Hochschulen hat sich in Schweden ein weit ausgedehntes technisches Schulwesen entwickelt, von dem wir leider noch allzu wenig Kenntnis genommen haben. Das technische Schulwesen baut sich naturgemäß auf den allgemeinen Schulen auf, und für die Ergebnisse der Berufsschulen ist natürlich das, was die allgemeinen Schulen erreichen, von großer Bedeutung.

In Schweden beginnt das volksschulpflichtige Alter mit 7 Jahren. Die zwei ersten Jahresklassen der Volksschule werden von allen Kindern besucht, nur eine ganz verschwindende Anzahl wird in Privatschulen unterrichtet. Nach den drei ersten Jahren bleiben die meisten in der 6- oder 7jährigen Volksschule bis zum 13ten oder 14ten Lebensjahr. Nach dem Volksschulkursus gehen die Kinder entweder zur kommunalen Mittelschule, die vierjährig ist und mit dem Realschulexamen abschließt, oder sie gehen zur höheren Volksschule, die auch Tagesschule ist, und deren Dauer je nach der Stadt von 1 bis 4 Jahren verschieden ist. Der Unterricht ist allgemeinbildender Art, aber er soll auch die praktischen Berufe schon berücksichtigen, und er kann auch praktisch gewerbliche Ausbildung verschiedener Art umfassen. Zurzeit gibt es etwa 80 höhere Volksschulen, wovon 18 gewerblich sind. Naturgemäß ist die bei weitem größere Zahl der Volksschulkinder auf die sogenannte Fortsetzungsschule angewiesen, die bis spätestens zum Jahr 1925 in allen Schulbezirken des Reiches eingeführt und pflichtmäßig sein soll. Die Unterrichtszeit dieser Schulen ist auf 316 bis höchstens 540 Unterrichtstunden, auf 2, höchstens 3 Jahre verteilt, festgesetzt. Die Schule soll und muß Rücksicht darauf nehmen, daß den Kindern praktische Erwerbsarbeit möglich ist. Aber auch in Schweden muß man sich mehr nach der Decke strecken und mit dem Gelde haushalten. Deshalb müssen auch hier manche guten Pläne, besonders auch in der Ausstattung der Schulen, leider für später zurückgestellt werden. Dies gilt besonders auch für die Einrichtung der Schulen mit Werkstätten.

In manchen Orten wird die Fortsetzungsschule durch sogenannte Lehrlingsschulen erweitert, die von zukünftigen Handwerkern und Fachleuten im Alter von 14 bis 18 Jahren besucht werden. Die Lehrzeit umfaßt zwei Jahre mit wenigstens 6 und höchstens 12 Stunden in der Woche, und das Ziel ist, die jungen Leute zu praktischen gewerblichen Arbeiten mit vorzubilden. Wer sich nach Besuch der Lehrlingsschule noch weiter für das Gewerbe ausbilden will, kann noch Gewerbeschulen besuchen.

Neben dieser Schulgruppe gibt es noch eine andere Art von Schulen, die man als technische Lehranstalten bezeichnet. Diese gliedern sich in sogenannte technische Realschulen, technische Fachschulen und technische Gymnasien. Alle diese Schulen sind Staatsanstalten und den allgemeinbildenden Lehranstalten im wesentlichen organisatorisch gleichgestellt. Zu dieser Gruppe gehören, auch wenn sie in den Lehrzielen abweichen, die technische Schule in Stockholm und in Eskilstuna sowie die Bergschulen in Filipstadt und Falun.

Hierzu kommen noch Navigationsschulen sowie landwirtschaftliche Schulen und die Schulen für Post, Eisenbahn, Telegraphie, Heer und Marine. Für die Ausbildung der Lehrer und vor allem auch für die Beschaffung neuzeitlicher Lehrmittel der technischen und gewerblichen Schulen sorgt eine neu eingerichtete Gewerbepädagogische Zentralanstalt. In den das Schulwesen behandelnden Druckschriften dieser Behörde wird mit Recht darauf hingewiesen, wie gerade das gewerbliche Schulwesen auch den Ingenieuren die Möglichkeit bietet, den zukünftigen Arbeiter in seinen geistigen Bedürfnissen kennen zu lernen. Hier könne man mit ihm auf neutralem Boden zusammentreffen, und diese Gelegenheit sei so wertvoll, daß sie nicht versäumt werden dürfe, selbst wenn es Opfer an Zeit und Arbeit erfordere. Wiederholt wird auch mit Recht auf den Nutzen hingewiesen, den die Berufschulen auch für die allgemeine Erziehung der Jugend zweifellos haben. Bei der großen Beachtung, die die industriellen Kreise in Deutschland heute allen diesen Fragen entgegenbringen, wäre ein ausführlicher Bericht über diese schwedischen technischen Schulen sehr erwünscht. Zweifelsohne würde manche Anregung aus der genauen Kenntnis der schwedischen Arbeiten für uns erwachsen.

Die schwedischen Ingenieure haben sich eine, dem V. d. I. wesensverwandte Organisation in dem Svenska Teknologföreningen geschaffen. Dieser Verein hat seinen Sitz in Stockholm, seine Mitglieder sind natürlich über ganz Schweden verstreut. Eigentliche Bezirksvereine im Sinne des V. d. I., die lediglich die Mitglieder umfassen, haben sich noch nicht gebildet. Dagegen bestehen in ähnlicher Weise wie bei uns in den größeren Städten und den Industriebezirken örtliche, technisch-gewerbliche und industrielle Vereine, die zum Teil auch mit dem schwedischen Ingenieurverein in enge Beziehungen getreten sind. Der Verein selbst ist in mehrere Fachabteilungen gegliedert und gibt die bekannte Technische Zeitschrift, Teknisk Tidskrift, heraus.

---

1) Vgl. Beitr. z. Gesch. d. Technik u. Industrie, Jahrb. d. V. d. I. V, S. 198.

2) Vgl. Z. 1890 S. 1161.

3) Vgl. Z. 1913 S. 361.

4) Vgl. Th. Beckert, Das technische Unterrichtswesen Schwedens. Z. 1908 153.

5) In den V. d. I.-Nachrichten werden einige Abbildungen aus der zur Einweihung der Hochschule herausgegebenen Festschrift veröffentlicht werden.

Gemäß der heutigen großen Bedeutung der Holzwaren-, Zellstoff- und Papierindustrie für Schweden hat sich hier auch eine besondere Fachvereinigung gebildet, die Ingenieure dieses Gebietes haben den Schwedischen Papier- und Zelluloseingenieurverein begründet. Die berühmte schwedische Hütten- und Bergwerkindustrie hat ihre, schon aus dem Anfang des 18ten Jahrhunderts stammende angesehene Organisation in dem Jernkontoret, dem Eisenkontor, das seit 1817 die berühmten Annalen herausgibt. Dieses Institut arbeitet sowohl auf wirtschaftlichem, als auch auf technisch-wissenschaftlichem Gebiet. Unser Reichsverband der deutschen Industrie ist vergleichbar dem Sveriges Industriförbund, an den die Fachvereine für die Maschinenindustrie, die Elektroindustrie usw. angeschlossen sind.

Von den wissenschaftlichen Instituten, die ich besucht habe, erwähne ich in erster Linie die Statens Provningsanstalt, die staatliche Materialprüfungsanstalt, die 1896 begründet, aus kleinen Anfängen sich erweiternd, neuerdings einen großen stattlichen Neubau in unmittelbarer Nähe der Technischen Hochschule beziehen konnte. Die Anstalt gliedert sich in eine mechanische, bautechnische, elektro-physikalische und bergchemische Abteilung. Sie arbeitet mit etwa 50 Angestellten und einem Kostenaufwand von jährlich etwa 400 bis 500 000 Kronen, von denen etwa zwei Drittel aus laufenden Prüfaufträgen gedeckt werden. Die neuzeitlich eingerichtete Anstalt bietet die Gewähr für erfolgreiches Arbeiten. Ferner konnte ich auch das vom Eisenkontor in Verbindung mit der Universität Stockholm begründete Metallographische Institut besuchen, das auch eine wichtige Stellung im Rahmen der schwedischen wissenschaftlichen Institute einnimmt.

Aus der Überzeugung, daß man in noch weitergehendem Maße, als es bisher geschehen ist, planmäßig und einheitlich zur Förderung der gesamten technischen Industrie die wissenschaftliche Forschung pflegen muß, ist 1919 die Königliche Schwedische Akademie der Ingenieurwissenschaften (Ingeniörsvetenskapsakademien I. V. A.) begründet worden. Der Gedanke stammt aus dem für die Förderung der Industrie verantwortlichen Handelsministerium, und zwar von dessen Abteilungsleiter Professor Enström, der die Pläne in seiner amtlichen Eigenschaft ausgearbeitet hat, und der dann, durch das Vertrauen der Industrie berufen, nunmehr auch als erster Direktor der Akademie diese Pläne in die Wirklichkeit zu überführen hat. Die Akademie ist gedacht als wissenschaftliche Gesellschaft und zugleich als zentrales Forschungsinstitut. Sie hat deshalb die Aufgabe, mit allen bekannten Forschungs- und Bildungsinstituten die engste Fühlung zu nehmen, mit ihnen zusammenzuarbeiten und in enger Verbindung mit den industriellen Organisationen die Forschung zu fördern. Ähnlich wie unsere Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft will die Akademie da, wo es nicht möglich ist, die Forschung bestehenden Instituten anzugliedern, neue Institute begründen, wenn auch solche Pläne zurzeit mit Rücksicht auf die finanzielle Lage noch zurückgestellt werden müssen. Einige besondere Forschungsvereine sind auch bereits unter Mitwirkung der Akademie entstanden.

Die Ingenieurakademie umfaßt nach ihren von der Regierung genehmigten Satzungen mindestens 57, höchstens 80 Mitglieder. Die ersten 40 Mitglieder sind von der Regierung ernannt worden. Von da an haben die Mitglieder der Akademie das Recht, im Rahmen der genannten Zahl Zuwahlen vorzunehmen. Die Akademie gliedert sich in Abteilungen. Die erste Abteilung umfaßt die mechanische, schiffbautechnische und wärmetechnische Wissenschaft. Es folgen sodann Abteilungen für Elektrotechnik, Bautechnik, technische Chemie, für Hütten- und Bergwerkstechnik, für Produktionstechnik und Industrietechnik (Herstellung, Fabrikorganisation usw.) und für Hilfswissenschaften. Für die Wahl zum Mitglied der Akademie wird auf hervorragende technisch-wissenschaftliche Leistungen ausschlaggebender Wert gelegt. Neben den Männern der Wissenschaft sind hier vor allem auch Männer der Praxis vertreten. Für die Mitglieder der Akademie ist die Altersgrenze eingeführt, und zwar in der Weise, daß jedes aktive Mitglied bei dem erreichten 65. Lebensjahr ohne weiteres zum Ehrenmitglied ernannt ist und somit aus dem Kreis der aktiven und stimmberechtigten Mitglieder ausscheidet. Bei der Gründung der Akademie hat man zunächst auch einen kleinen Kreis von „Ehrenmitgliedern" geschaffen, um die Möglichkeit zu haben, sich den Rat hervorragender älterer Vertreter der Technik zu sichern. Die Akademie steht unter dem Protektorat des Königs, und der Kronprinz gehört zum Kreise der ersten Ehrenmitglieder. Zu ihrem Präsidenten hat sich die Akademie den bekannten Zuckerchemiker und Industriellen, Dr. G. Ekmann, und zum Vizepräsidenten Prof. Dr.-Ing. J. G. Richart gewählt, den die Technische Hochschule Aachen wegen seiner großen Leistungen auf dem Gebiet des Wasserbaues zum Ehrendoktor ernannt hat.

Die Satzungen der Akademie sagen über ihre Aufgabe: „Zur Förderung der technisch-wissenschaftlichen Forschung und hierdurch zur Förderung der schwedischen Industrie und für die Aufschließung nationaler Naturschätze hat die Akademie für die planmäßige Durchforschung technischer Aufgaben, soweit sie sich auf die Ausnutzung in erster Linie einheimischer Naturschätze erstrecken, wenn erforderlich, auch durch Errichtung besonderer Institute zu sorgen. Die Akademie hat ferner die Forschungsarbeiten bei den Technischen Hochschulen, Materialprüfungsämtern und auf den durch die Industrie geschaffenen Labora torien zu unterstützen. Die Akademie soll die Arbeiten be fähigter Forscher durch Darlehen oder Stipendien fördern. Si soll ferner hervorragende Forschungsarbeiten, seien sie das Er gebnis von Preisausschreibungen oder auf andere Anregung ent standen, durch Belohnungen auszeichnen. Schließlich soll si wichtige Arbeiten von Mitgliedern oder von Instituten der Aka demie oder von unterstützten Forschern und Instituten in geeig neter Weise veröffentlichen und auch sonst in jeder geeignete Weise für die Lösung der gestellten Aufgabe tätig sein."

Die Akademie hat ein großes stattliches Gebäude inmitte der Stadt in bester Verkehrslage erworben. An Geld verfügt si zunächst über ein von der Industrie gestiftetes Grundkapital vo rund 2 Millionen Kronen. Dazu kommt ein fester staatliche Jahresbeitrag und weitere vom Staat oder einzelnen Industrie gruppen bewilligte Sonderbeiträge für besondere Forschungs arbeiten. Zurzeit arbeitet die Akademie mit einer Jahressumm von rd. 450 000 Kronen. Sie hat bisher etwa 100 Untersuchungs arbeiten eingeleitet und unterstützt. In erster Linie hat sie sic mit wärmewirtschaftlichen Fragen, mit Untersuchungen der Bau stoffe und mit Arbeiten auf dem Gebiet der Arbeiswissenschaft befaß

Für die als besonders wichtig angesehenen wärmewirt schaftlichen Arbeiten hat die Akademie ein besonderes Institut das „Kraft- och Bränsleutredningen" geschaffen. Die Arbeite erstrecken sich vor allem auf die Verwendung einheimische Brennstoffe wie Holz, Teer, Torf, Schiefer, ferner auf die wirt schaftliche Brennstoffverwendung in Industrie und Haushalt. Zu Verbreitung der Ergebnisse dieser Untersuchungen dient ein Sammlung sehr guter Wärmeschriften der Akademie, ferne werden Vorträge und Kurse sowie Ausstellungen eingerichtet, i der gleichen Weise wie dies in Deutschland durch die Hauptstell für Wärmewirtschaft geschieht. Man legt Wert darauf, di einzelnen Industriegruppen anzuregen, von sich aus besonder Wärmestellen zu schaffen. Dem Wärmeinstitut der Akademie ha man einen Beirat gegeben, der sich aus einer Anzahl Mitgliede der Akademie und aus Vertretern anderer Institute und Verein auch der staatlichen Behörden und der wirtschaftlichen Verein gungen zusammensetzt. So ist es auch hier gelungen, alle fü die Wärmewirtschaft in Frage kommenden Stellen in einer Or ganisation zu vereinen.

Die Baustoffkommission der Akademie hat sich i erster Linie mit der für die nordischen Länder so wich tigen Wärmedurchgangsfrage beschäftigt. Hier sind sehr um fangreiche wertvolle Studien über Baukonstruktionen und Bau stoffe durchgeführt worden. Man hat aber ferner auch die Bau konstruktionen planmäßig daraufhin nachgeprüft, auf welche Wege heute die wirtschaftliche, d. h. auch sparsamste Bauweis sichergestellt wird. Daraus ergab sich, daß man eine Reih von einzelnen Aufgaben in Angriff genommen hat.

Eine besondere Kommission der Akademie beschäftigt sic mit der Entwicklung der Psychotechnik, mit der wissenschaf lichen Betriebslehre und mit allen anderen Fragen, die in diese neuzeitige Gebiet gehören. Von den anderen Forschungsarbeite die von der Akademie bereits in Angriff genommen sind, seie als Beispiel nur folgende erwähnt: Verwendung von Gichtgase die Nebenerzeugnisse in der Zellstoffherstellung, die Nebene zeugnisse in der Holzkohlenherstellung, die Verwendung minde wertiger Brennstoffe, die wirtschaftliche Geschwindigkeit in Werl zeugmaschinen, Betriebsicherheit elektrischer Fernleitungen m Höchstspannungen, elektrischer Widerstand in feuerfesten Sto fen, Apparate für künstliche Trocknung von Getreide, Unte suchungen in Eisen und Stahl, Versuche mit Schmieröl, Frage der Lagerschmierung usw.

Besondere Laboratorien hat die Akademie noch nicht scha fen können, zurzeit werden die Arbeiten in den vorhanden Laboratorien der Hochschule und der größeren industriell Werke durchgeführt.

Die Akademie ist im Begriff, sich eine technische Bücher größeren Umfangs einzurichten, und hat auch eine besondere A beitstelle für Literaturbeschaffung, um so den Forschern die Übe sicht über die für sie in Frage kommende technische Literat zu erleichtern.

Auch der Geschichte der Technik bringt man volles Ve ständnis und Beachtung entgegen, und man plant auch die Ei richtung eines technischen Museums nach dem Vorbild d Deutschen Museums in München. Wenn man auch diese we sichtigen Pläne vorerst aus finanziellen Gründen zurückstell muß, so sorgt doch in erster Linie Bergwerksdirektor Ca Sahlin durch seine seit Jahrzehnten betriebenen wichtigen Fo schungen auf dem Gebiet der Geschichte des Berg- und Hütte wesens, die er in enger Verbindung mit dem Eisenkontor durc führt, und die auch schon zu großen Sammlungen geführt habe dafür, daß das Verständnis für die geschichtliche Forschung Schweden weiter gefördert wird.

Diese kurzen Darlegungen werden den deutschen Ingenie ren zeigen, mit welch weitgehendem Verständnis für die Bede tung der technischen Wissenschaften für die Förderung der Ind strie heute hervorragende Berufsgenossen in Schweden arbeite Es wird für uns wertvoll sein, die Ergebnisse dieser Arbeiten verfolgen und Anregungen für uns daraus zu entnehmen.

[1663] C. Matschoss.

Untersuchungen an der Dieselmaschine.

III. Thermodynamischer Kreisprozeß und Arbeitsverluste.

Von Prof. Dr.-Ing. Kurt Neumann, Hannover.

Arbeitsprozeß der verlustlosen Maschine für unvollkommene und für vollkommene Expansion. Durch Vergleich mit dem Arbeitsvorgang der wirklichen Maschine werden die in dieser auftretenden Arbeitsverluste im einzelnen bestimmt und der thermische Wirkungsgrad in den Wirkungsgrad der verlustlosen Maschine und in den indizierten Wirkungsgrad zerlegt. Dieser liefert einen eindeutigen Maßstab für die Vollkommenheit des Arbeitsverfahrens der ausgeführten Maschine.

In einer früheren Arbeit[1]) habe ich darauf hingewiesen, daß es zu den Hauptaufgaben der angewandten Thermodynamik gehört, die thermischen Vorgänge zu untersuchen, nach denen unsere Wärmekraftmaschinen arbeiten. Von hervorragendem technischem Interesse ist hierbei die Ermittlung des indizierten Wirkungsgrades η_i der Maschine, jener Kennziffer, deren Annäherung an den oberen Grenzwert 1 einen eindeutigen Maßstab für die Vollkommenheit des Arbeitsverfahrens und der Bauart bildet. Da $\eta_i = \frac{A L_i}{A L}$ das Verhältnis zwischen den Arbeitswerten der wirklichen und der vollkommenen Maschine ist, so ist zu seiner Kenntnis der Arbeitswert $A L$ der verlustlosen Maschine neu zu bestimmen. Der Zähler $A L_i$ des Bruches kann versuchstechnisch ohne Schwierigkeit festgestellt werden.

Während für die verlustlose Dampfmaschine der Wert $A L$ genau bekannt ist, mangelt es für Verbrennungsmaschinen an der Kenntnis dieser Größe, weil die Vorbedingungen zur Ermittlung von $A L$ bei der Verbrennungsmaschine erheblich schwieriger sind: Ihr Arbeitsprozeß ist nicht geschlossen, die spezifischen Wärmen der Gase sind verwickelte Funktionen von Druck und Temperatur, die Verbrennung erfolgt auf nicht umkehrbare Weise, und die Arbeitsflüssigkeit ändert ihre chemische Beschaffenheit im Verlauf des Prozesses.

Trotzdem kann man dank dem heutigen Stand der physikalischen und chemischen Erkenntnis die Arbeit AL der verlustlosen Verbrennungsmaschine berechnen. Im folgenden wird dies im Anschluß an meine früheren Untersuchungen an der Dieselmaschine[2]) für diese Gattung der Verbrennungsmaschinen durchgeführt. Die Entwicklungen gelten jedoch ohne wesentliche Abänderungen auch für andere Arten von Verbrennungsmaschinen.

Zur Bestimmung des Arbeitswertes $A L$ der verlustlosen Maschine greife ich auf den Versuch zurück, den ich früher an der Dieselmaschine des Maschinenlaboratoriums der Technischen Hochschule Dresden durchgeführt habe[3]).

Die Abmessungen der Maschine waren: Hub $s = 480$ mm, Zyl.-Dmr. $d = 320$ mm, Hubraum $V_h = 38{,}604$ l, Inhalt des Kompressionsraumes $V_k = 3{,}190$ l, Kompressionsgrad $\varepsilon = 13{,}10$.

Der Versuch ergab:

Drehzahl $n = 216{,}0$ Uml./min
Brennstoffverbrauch $B = 10{,}69$ kg/h,
angesaugte Luftmenge $L = 234{,}2$ m³/h (15°, 1 at)
Einblaseluftmenge $E = 7{,}95$ m³/h (15°, 1 at),
indizierte Leistung $N_i = 70{,}50$ PS.

In Abb. 1 ist das Hauptdiagramm der Maschine dargestellt (F.-H. S. 11). Mit der geleisteten Arbeit $A L_i$ ist nun die Arbeit $A L$ zu vergleichen, welche die Maschine bei Ausschluß aller Verluste unter den gleichen äußeren Bedingungen leisten könnte.

Abb. 1.
Arbeitsdiagramm für unvollkommene und für vollkommene Expansion.

Hierbei muß man von dem Zustand ausgehen, der am Ende des Ansaugens im Punkt 1 des Diagramms herrscht. Für diesen ist $P_1 = 10200$ kg/m² und $T_1 = 327°$ abs. Der Ausschluß von Wärmeverlusten erfordert adiabatische Kompression von $V_1 = V_k + V_h$ auf $V_2 = V_k$ m³. Da hierbei erhebliche Temperatursteigerungen eintreten, so muß man die Veränderlichkeit der spezifischen Wärmen mit der Temperatur beachten.

Vom inneren Totpunkt bis zu einer Kolbenstellung, die dem Kurbelwinkel + 36° entspricht, ist das Brennstoffventil der geschlossenen Düse geöffnet. Während des Einblasens sei das Mischungsverhältnis von Luft und Öl unveränderlich, die eingeblasene Gemischmenge proportional der Zeit und die Verbrennung der eingespritzten Brennstoffteilchen augenblicklich, was einer unendlich großen Verdampfungs-, Zersetzungs- und Verbrennungsgeschwindigkeit gleichkommt. Durch diese Voraussetzungen ist der Druckverlauf im Zylinder während der Verbrennung eindeutig bestimmt. Nach Schluß des Brennstoffventils, Punkt 3 des Diagramms, expandiert das vollkommen verbrannte Öldampf-Luft-Gemisch adiabatisch bis zur äußeren Volumengrenze $(V_k + V_h)$ m³. Hierauf findet bei unveränderlichem Volumen Druckausgleich mit der Atmosphäre und darnach Ausschub durch den Kolben ohne Wärmeaustausch mit der Zylinderwand statt. Beim Saughub 5-1 mischen sich die zurückbleibenden Restgase mit der frisch angesaugten Verbrennungsluft, und im Punkt 1 des Diagrammes ist der Anfangszustand wieder erreicht.

Der auf diese Weise beschriebene Prozeß entspricht den gegebenen Volumengrenzen der Maschine. Abweichend hiervon kann man jedoch die Arbeit der verlustlosen Maschine auch derart bestimmen, daß man eine Expansion bis auf den Anfangsdruck P_1 voraussetzt, wie bei Dampfmaschinen. Hierbei kommt man den Forderungen des zweiten Hauptsatzes erheblich näher, der zur Gewinnung größter Nutzarbeit eine umkehrbare Zustandsänderung bis auf Druck und Temperatur der Umgebung verlangt. Da es ohne praktische Schwierigkeiten nicht möglich ist, bis auf die Anfangstemperatur T_1 zu expandieren — es müßte sich an diesen Endzustand eine isothermische Kompression bis auf den Anfangsdruck P_1 anschließen —, so begnügt man sich mit einer Expansion bis zum Druckausgleich mit der Atmosphäre.

Für die Beurteilung der Arbeitsverluste der gegebenen Kolbenmaschine sind die Volumengrenzen V_k und $V_k + V_h$ maßgebend. Allgemein — insbesondere dann, wenn man auch die Verbrennungsturbine in den Kreis der Betrachtung zieht — kommt die Ausdehnung bis auf den Anfangsdruck in Betracht. Im folgenden werden beide Annahmen der Rechnung zugrunde gelegt.

Der Druck- und Temperaturverlauf während der Kompression folgt aus der Differentialgleichung der Adiabate und der Zustandsgleichung. Beide werden zweckmäßig auf 1 Mol bezogen.

Es ergibt sich aus

$$C_v \, d T + A P \, d V = 0$$

und

$$P V = 848 \, T:$$

$$C_v \frac{d T}{T} + 1{,}985 \frac{d V}{V} = 0.$$

Entwickelt man die wahre Molekularwärme $C_v = f(T)$ in der Form einer Potenzreihe $C_v = a + b\,T + c\,T^2 + d\,T^3 + \cdots$, so folgt durch Integration für eine beliebige Kolbenstellung (P, V, T):

$$a \ln T + b\,T + \frac{c}{2} T^2 + \frac{d}{3} T^3 + \cdots = -1{,}985 \ln V + \text{konst.}$$

oder mit Bezug auf den Anfangszustand $(P_1 V_1 T_1)$

$$\ln \frac{T}{T_1} + \frac{b}{a}(T - T_1) + \frac{c}{2a}(T^2 - T_1^2) + \frac{d}{3a}(T^3 - T_1^3) + \cdots = \frac{1{,}985}{a} \ln \frac{V_1}{V}$$

oder, anders geschrieben,

$$\frac{T}{T_1} e^{\frac{b}{a}(T - T_1) + \frac{c}{2a}(T^2 - T_1^2) + \frac{d}{3a}(T^3 - T_1^3) + \cdots} = \left(\frac{V_1}{V}\right)^{\frac{1{,}985}{a}},$$

woraus sich für ein gegebenes V die Temperatur T durch Probieren ergibt. Setzt man die Beiwerte $b, c, d \ldots\ldots = 0$, so folgt $C_v =$ konst. und nach leichter Umformung $\frac{T}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V}\right)^{\varkappa - 1}$ als Gleichung der Adiabate für unveränderliche spezifische Wärme ($\varkappa =$ konst.).

Der zu V und T gehörige Druck folgt aus der Zustandsgleichung zu

$$p = \left(\frac{p_1}{T_1}\right) \frac{T}{\varrho} \text{ at abs.},$$

wobei $\varrho = \frac{V}{V_1}$ das jeweilige Kompressionsverhältnis bedeutet.

[1]) Die Adiabate der Kohlensäure bei hohen Temperaturen, Z. 1919 S. 1002
[2]) Z. 1918 S. 706 u. f., 1921 S. 801 und Forschungsheft 245.
[3]) Forschungsheft 245. Die folgenden Hinweise (F.-H. S. . .) beziehen sich auf diese Quelle.

Setzt man für die wahre spezifische Wärme der Luft bei gleichbleibendem Druck

$$c_p = 0{,}2405 + 0{,}000\,019\,t \frac{\text{cal}}{\text{kg}\,{}^0\text{C}}\ ^{1)},$$

so ist die wahre Molekularwärme bei gleichbleibendem Volumen

$$C_v = 4{,}839 + 0{,}000\,551\,T \frac{\text{cal}}{\text{Mo}\,1^0\,\text{abs.}}$$

und die Gleichung der Kompressionsadiabate

$$\frac{T}{T_1} e^{0{,}000\,1139\,(T - T_1)} = \left(\frac{V_1}{V}\right)^{0{,}41}.$$

Mit $T_1 = 327^\circ$ abs. und

$$\frac{V_1}{V} = \frac{V_k + V_h}{V_k} = 13{,}10$$

folgt aus dieser Gleichung die Endtemperatur $T_2 = 879\,^0$abs. bzw. $t_2 = 606^\circ$ C, während sich bei Berücksichtigung des Wärmeaustausches mit der Wand durch den Versuch $T_2 = 843^\circ$ abs. bzw. $t_2 = 570^\circ$ C ergab. Der Enddruck wird $p_2 = 35{,}9$ gegen 33,8 at abs. beim Versuch.

Hiermit liegt der Zustand der Ladung beim Öffnen des Einblaseventils fest ($p_2 = 35{,}9$ at, $V_2 = 0{,}00319$ m³, $T_2 = 879^\circ$ abs.).

Die aufzuwendende Kompressionsarbeit ist gleich dem Energie-Unterschied im Anfangs- und Endzustand

$$A\,L_{12} = -(U_2' - U_1')\ \text{cal/h}.$$

Da die Ladung aus frisch angesaugter Luft und den Rückständen

$$\left(\frac{L}{24{,}4} + \frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right)\ \text{Mol/h}$$

besteht, so folgt

$$A\,L_{12} = -\left(\frac{L}{24{,}4} + \frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right)\left([C_v']_0^{t_2} t_2 - [C_v']_0^{t_1} t_1\right)$$
$$= -9{,}96\,(5{,}15 \cdot 606 - 5{,}01 \cdot 54)$$
$$= -28\,400\ \text{cal/h}.$$

Zur Berechnung der Verbrennungslinie der verlustlosen Dieselmaschine im PV-Diagramm wird von den im Eingang erwähnten Voraussetzungen ausgegangen.

Die Maschine verbraucht an

Brennstoff	B kg/h	oder	$B\left(\frac{c}{12} + \frac{h}{2}\right)$ Mol/h
Ladeluft	L m³ (15⁰ sat.)/h	„	$\frac{L}{24{,}4}$ „
Einblaseluft	E m³ (15⁰ sat.)/h	„	$\frac{E}{24{,}4}$ „

Abb. 2. Ermittlung der Verbrennungslinie im PV-Diagramm für die verlustlose Maschine.

Zur Zeit z, entsprechend dem Kurbelwinkel $\sigma_2\alpha$, sei der Bruchteil σ eingeblasen. Beim Öffnen der Nadel ist $\alpha = 0^\circ$ und $\sigma = 0$, beim Schließen $\alpha = 36^\circ$ und $\sigma = 1$. Teilt man die gesamte Dauer der Eröffnung in Abschnitte $2a$, ab, bc, $c3$, so werden in diesen Abschnitten die Bruchteile σ_a, $\sigma_b - \sigma_a$, $\sigma_c - \sigma_b$ und $1 - \sigma_c$ eingeblasen, Abb. 2 und 3.

Es werde nun zunächst der erste Teilabschnitt $2-a$ herausgegriffen. Im Punkte a nach Verbrennung von $\sigma_a B$ kg/h Öl sind im Zylinder vorhanden:

$$m_a = \sigma_a B \frac{h}{4} + \frac{L + \sigma_a E}{24{,}4} + \frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\ \text{Mol/h},$$

die das durch die Kolbenstellung oder den Kurbelwinkel $\sigma_a\,\alpha$ gegebene Volumen

$$V_a = 30\,n\left\{V_k + \frac{1}{2} V_h\,(1 - \cos(\sigma_a\,\alpha))\right\}\ \text{m}^3/\text{h}$$

füllen.

Der erste Hauptsatz liefert die Temperatur T_a am Ende des ersten Teilabschnittes, und mittels der Zustandsgleichung ergibt sich der absolute Druck P_a kg/m². Mithin muß die Summe der im Punkt 2 vorhandenen und der durch Brennstoff und Einblaseluft zugeführten Energie der geleisteten Arbeit zuzüglich der im Punkt a vorhandenen Energie gleich sein:

$$U_2' + U_{\sigma_a} = A\,L_{2a} + U_a''\ \text{cal/h}.$$

Mit Bezug auf Abb. 2 sei Punkt a im PV-Diagramm durch die Koordinaten V_a und P_a gekennzeichnet. Die während des Abschnittes $2-a$ entwickelte Wärme werde nun zum Teil bei gleichbleibendem Volumen $V_2 = V_k$, zum Teil bei gleichbleibender Temperatur T_a zugeführt. An die Stelle der noch unbekannten Verbrennungskurve $2-a$ $(P = f(V))$ tritt eine Ersatzkurve 2-4-a. Die bei der isothermischen Expansion 4-a geleistete Arbeit ist

$$A\,L_{4a} = m_a\,A\,R\,T_a \ln \frac{V_a}{V_k}$$
$$= 1{,}985\,T_a\left(\sigma_a B \frac{h}{4} + \frac{L + \sigma_a E}{24{,}4} + \frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right) \times \ln\left(1 + \frac{1 - \cos(\sigma_a\,\alpha)}{2\,\varepsilon_k}\right)\ \text{cal/h}$$

und diese unter der Zustandslinie 4-a liegende Arbeitsfläche unterscheidet sich von der wirklichen Arbeitsfläche, weil Punkt α dem Punkte 2 unendlich benachbart ist, nur um die unendlich kleine Größe zweiter Ordnung

$$d\,L = \frac{1}{2}\,d\,P\,d\,V,$$

die vernachlässigt werden kann. Eine Einteilung von 2-3 in vier Abschnitte genügt im allgemeinen, um den Einfluß des Kurvendreiecks 2-4-α auf die Arbeitsleistung verschwindend klein zu machen. Mithin ist

$$A L_{2a} = A L_{4a}\ \text{cal/h}.$$

Abb. 3. Zeitlicher Verlauf des Einblasevorganges für die verlustlose Maschine.

Der erste Hauptsatz, auf den Teilabschnitt 2-α angewendet, ergibt mithin die Gleichung:

$$\left(\frac{L}{24{,}4} + \frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right)[C_v']_0^{t_2} t_2 + \sigma_a\left\{B\,(c_{fl.}\,t' + h_u) + \frac{E}{24{,}4}[C_{v_e}']_0^{t_e} \ldots\right.$$
$$= 1{,}985\,T_a\left\{\sigma_a B \frac{h}{4} + \frac{L + \sigma_a E}{24{,}4} + \frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right\}\ln\left(1 + \frac{1 - \cos(\sigma_a \ldots)}{2\,\varepsilon_k}\right.$$
$$+ \left\{\sigma_a B\left(\frac{c}{12}[C_v''{}_{CO_2}]_0^{t_a} + \frac{h}{2}[C_v''{}_{H_2O}]_0^{t_a}\right) + \left[\frac{L + \sigma_a E}{24{,}4} - \sigma_a B\left(\frac{c}{12} + \ldots\right.\right.\right.$$
$$\left.\left. + \frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right]\left[C_v''{}_{2\,\text{at G.}}\right]_0^{t_a}\right\} t_a\ \text{cal/h}.$$

Da die mittleren Molekularwärmen $[C_v'']_0^{t_a}$ der Verbrennungserzeugnisse Funktionen der unbekannten Verbrennungstemperatur t_a sind, so muß t_a aus dieser Gleichung durch probeweise erfolgende Annahme ermittelt werden. Für den richtigen Wert wird die Gleichung identisch erfüllt.

Aus der Zustandsgleichung

$$P_a\,30\,n\,V_a = 848\,m_a\,T_a$$

folgt dann der Druck im Punkt a:

$$P_a = \frac{848\,T_a\left(\sigma_a B \frac{h}{4} + \frac{L + \sigma_a E}{24{,}4} + \frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right)}{30\,n\,\frac{V_h}{2}\,(1 + 2\,\varepsilon_k - \cos(\sigma_a\,\alpha))}\ \text{kg/m}^2.$$

Hiermit ist Punkt a durch P_a, V_a, T_a bestimmt.

Für den zweiten Teilabschnitt a - b ergibt sich — entsprechend $U_a'' + U'_{ab} = A\,L_{ab} + U_b''$ cal/h — die Temperatur im Punkt b, dem das Volumen

$$V_b = \frac{V_h}{2}\,(1 + 2\,\varepsilon_k - \cos(\sigma_b\,\alpha))\ \text{m}^3$$

zugeordnet ist, aus der Gleichung:

[1] Wärmetabellen der Phys.-Techn. Reichsanstalt 1919.

$$\left\{\sigma_a B\left(\frac{c}{12}[C_v{}''_{CO_2}]_0^{t_a}+\frac{h}{2}[C_v{}''_{H_2O}]_0^{t_a}\right)+\left[\frac{L+\sigma_a E}{24{,}4}-\sigma_a B\left(\frac{c}{12}+\frac{h}{4}\right)+\frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right]\left[C_v{}''_{2\,\text{at G.}}\right]_0^{t_a}\right\}t_a$$
$$+(\sigma_b-\sigma_a)\left\{B\,(c_{fl.}\,t'+h_u)+\frac{E}{24{,}4}[C_v{}'_e]_0^{t_e}\,t_e\right\}$$
$$=1{,}985\,T_b\left(\sigma_b B\frac{h}{4}+\frac{L+\sigma_b E}{24{,}4}+\frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right)\ln\frac{1+2\,\varepsilon_k-\cos(\sigma_b\,\alpha)}{1+2\,\varepsilon_k-\cos(\sigma_a\,\alpha)}+\left\{\sigma_b B\left(\frac{c}{12}[C_v{}''_{CO_2}]_0^{t_b}+\frac{h}{2}[C_v{}''_{H_2O}]_0^{t_b}\right)\right.$$
$$\left.+\left[\frac{L+\sigma_b E}{24{,}4}-\sigma_b B\left(\frac{c}{12}+\frac{h}{4}\right)+\frac{P_r\,30\,n\,V_k}{848\,T_r}\right]\left[C_v{}''_{2\,\text{at G.}}\right]_0^{t_b}\right\}t_b\ \text{cal/h}.$$

Der Druck P_b folgt wieder aus der Zustandsgleichung

$$P_b\,30\,n\,V_b=848\,m_b\,T_b,$$

und hiermit ist auch Punkt b durch P_b, V_b und T_b bestimmt.

Da man den Teilabschnitt a-b als beliebig gewählt ansehen kann, so kann man durch sinngemäße Änderung der Zeiger a und b die entsprechende Verbrennungsgleichung für jeden andern Teilabschnitt herleiten: insbesondere folgt mit $\sigma_a=0$, $\sigma_b=\sigma_a$ und mit t_2 und t_a an Stelle von t_a und t_b aus der Gleichung für den zweiten Teilabschnitt a-b die vorher entwickelte Gleichung für den ersten Teilabschnitt 2-a.

Den vier Teilabschnitten entsprechen infolge der Steuerung der Brennstoffnadel (Öffnen bei $-4°$, Schließen bei $+36°$ Kurbelwinkel, bezogen auf Totpunkt innen, vergl. F.-H. S. 11) die Winkel 6°, 16°, 26° und 36° und, da die chemische Energie proportional der Zeit zugeführt und ausgelöst wird, $\sigma_a=1/4$, $\sigma_b=1/2$, $\sigma_c=3/4$ und $\sigma_3=1$.

für Wasserdampf:

$$C_{v\,H_2O}=5{,}792+0{,}0010\,T+0{,}000\,000\,000\,6\,T^3,$$

für Kohlensäure:

$$C_{v\,CO_2}=4{,}970+0{,}008\,17\,T-0{,}000\,003\,18\,T^2+0{,}000\,000\,000\,4\,T^3,$$

und hiermit ergibt sich für das verbrannte Gemisch unter Beachtung der Größe der einzelnen Bestandteile die wahre Molekularwärme bei $T°$ abs.:

$$C_v{}''=4{,}758+0{,}001\,42\,T-0{,}000\,000\,238\,T^2+0{,}000\,000\,000\,03\,T^3\ \frac{\text{cal}}{\text{Mol °abs.}}$$

Die Beiwerte der Potenzreihe $C_v=f(T)$ sind mithin $a=4{,}758$, $b=0{,}001\,42$, $c=-0{,}000\,000\,238$ und $d=0{,}000\,000\,000\,03$. Die logarithmische Gleichung der Expansionskurve ist

Zahlentafel 1.

Kolbenstellung			Kompression 1	2	Verbrennung a	b	c	3	Expansion 4	6	1
Kolbenwegverhältnis	ε_z	—	1,00	0	0,0028	0,0194	0,0506	0,1005	1,00	2,87	1,00
abs. Druck im Zyl.	p	at abs.	1,02	35,9	52,6	57,8	48,5	40,3	3,97	1,02	1,02
abs. Temperatur im Zyl.	T	°abs.	327	879	1363	1618	1827	1988	1153	807	327
Temperatur in °C im Zyl.	t	°C	54	606	1090	1345	1554	1715	880	534	54
Bruchteil der zugeführten Brennstoff- und Einblaseluftmenge	σ	—	—	0	1/4	1/2	3/4	1	—	—	—
Energie des Zylinderinhalts	U	cal/h	2700	31 100	57 360	78 660	95 820	111 000	52 700	30 820	2700

Teilabschnitt			1–2	2–a	a–b	b–c	c–3	3–4	4–6	6–1
Reaktionswärme	$Q_{\sigma_y-\sigma_x}$	cal/h	—	27 350	27 350	27 350	27 350	—	—	—
geleistete äußere Arbeit	$A\,L_{\sigma_y-\sigma_x}$	cal/h	— 28 400	1090	6050	10 190	12 170	58 300	21 880	— 11 200

In Zahlentafel 1 sind die auf die einzelnen Teilabschnitte der Verbrennung entfallenden Bezuggrößen zusammengestellt. Die mittleren Molekularwärmen sind der „Hütte" 24. Aufl. S. 484 entnommen.

Bei Nadelschluß, der mit beendeter Verbrennung zusammenfällt, Punkt 3 im PV-Diagramm, ist der Zustand der verbrannten Ladung durch $P_3=403\,000$ kg/m², $V_3=(\varepsilon_k+\varepsilon_3)\,V_h=0{,}00724$ m³ und $T_3=1988°$ abs. gekennzeichnet. Die äußere Arbeit ist für den Verlauf der Verbrennung von 2 nach 3 die Summe von vier Teilarbeiten $AL_{23}=29\,500$ cal/h.

Im Punkt 3 schließt sich an die beendete Verbrennung die adiabatische Expansion der Ladung bis zur äußeren Volumengrenze $V_4=(V_k+V_h)$ m³ oder bis auf den Anfangsdruck P_1 an, je nachdem, ob man unvollkommene oder vollkommene Expansion voraussetzt (s. oben). Die Gleichung der Expansionskurve ergibt sich auf dieselbe Weise wie die Gleichung der Kompressionskurve. Für einen beliebigen Zwischenzustand P, V, T folgt:

$$\frac{T}{T_3}\,e^{\frac{b}{a}(T-T_3)+\frac{c}{2a}(T^2-T_3^2)+\frac{d}{3a}(T^3-T_3^3)+\cdots}=\left(\frac{V_3}{V}\right)^{\frac{1{,}985}{a}},$$

wenn die wahre Molekularwärme des verbrannten Gemisches für gleichbleibendes Volumen

$$C_v{}''=a+b\,T+c\,T^2+d\,T^3+\cdots\ \frac{\text{cal}}{\text{Mol °abs.}}$$

gesetzt wird. Da das verbrannte Gemisch aus 0,752 Mol/h Kohlensäure, 0,742 Mol/h Wasserdampf und 9,161 Mol/h zweiatomiger Gase besteht (F.-H. S. 40) so ist, bezogen auf 1 Mol,

$$m_{CO_2}=0{,}0705,\quad m_{H_2O}=0{,}0696\ \text{und}\ m_{2\,\text{at G.}}=0{,}8599\ \text{Mol}$$

und die Molekularwärme dieses Gemisches anderseits

$$C_v{}''=m_{CO_2}\,C_{v\,CO_2}+m_{H_2O}\,C_{v\,H_2O}+m_{2\,\text{at G.}}\,C_{v\,2\,\text{at G.}}\ \frac{\text{cal}}{\text{Mol °abs.}}.$$

Nach Pier sind die mittleren spezifischen Wärmen für 1 Mol zwischen 0° und $t°$ C:

$$[C_v]_0^t=4{,}900+0{,}000\,45\,t\ \text{(zweiatomige Gase)},$$
$$=6{,}065+0{,}0005\,t+0{,}000\,000\,000\,2\,t^3\ \text{(Wasserdampf)},$$
$$=6{,}800+0{,}0033\,t-0{,}000\,000\,95\,t^2+0{,}000\,000\,000\,1\,t^3\ \text{(Kohlensäure)}.$$

Hieraus berechnen sich die wahren Molekularwärmen bei $T°$ abs. für zweiatomige Gase:

$$C_{v\,2\,\text{at G.}}=4{,}654+0{,}000\,90\,T,$$

$$\log\frac{V}{V_3}=\frac{a}{1{,}985}\left\{\log T_3+\frac{1}{2{,}3\,a}\,T_3\left(b+\frac{c}{2}\,T_3+\frac{d}{3}\,T_3^2\right)\right.$$
$$\left.-\log T-\frac{1}{2{,}3\,a}\,T\left(b+\frac{c}{2}\,T+\frac{d}{3}\,T^2\right)\right\}.$$

Setzt man hierin $T_3=1988$ °abs., das Volumenverhältnis $\frac{V}{V_3}=\varrho$ und die ermittelten Beiwerte ein, so ergibt sich:

$$\log\varrho=2{,}398\,[3{,}520-\log T-0{,}0911\,T\,(0{,}001\,42-0{,}000\,000\,119\,T+0{,}000\,000\,000\,01\,T^2)].$$

Bezeichnet ε_z das zur Temperatur T gehörige augenblickliche Kolbenwegverhältnis, so ist

$$\varrho_z=\frac{V_z}{V_3}=\frac{\varepsilon_k+\varepsilon_z}{\varepsilon_k+\varepsilon_3}\ \text{oder}\ \varepsilon_z=\varrho_z\,(\varepsilon_k+\varepsilon_3)-\varepsilon_k$$

mit

$$\varepsilon_k=\frac{V_k}{V_h}=0{,}0827\ \text{und}\ \varepsilon_3=0{,}1005.$$

Für ein angenommenes T folgt aus der Gleichung

$$\log\varrho=f(T)$$

zunächst ϱ und weiterhin die Kolbenstellung ε_z.

Im besonderen ergibt sich für die unvollkommene Expansion bis zur Volumengrenze V_4 mit $\varepsilon_z=1$ und $\varrho_4=\frac{\varepsilon_k+1}{\varepsilon_k+\varepsilon_3}=5{,}90$ die Temperatur im Punkt 4 zu $T_4=1153°$ abs. oder zu $t_4=880°$ C. Bei vollkommener Expansion wird der Anfangsdruck $P_1=10\,200$ kg/m² bei $\varepsilon_6=2{,}87$ erreicht, Punkt 6, Abb. 4, wobei die Temperatur bis auf $T_6=807°$ abs. oder $t_7=534°$ sinkt.

Die Anwendung der Zustandsgleichung $P\,V=848\,m''\,T$ auf Punkt 3 (Ende der Verbrennung) und einen beliebigen Zwischenpunkt (P, V, T) der Expansion ergibt für diesen Punkt:

$$p=p_3\,\frac{V_3}{V}\cdot\frac{T}{T_3}=\frac{p_3}{T_3}\cdot\frac{T}{\varrho}\ \text{at abs.}$$

Abb. 4. PV-Diagramm der verlustlosen Maschine für unvollkommene und für vollkommene Expansion.

Setzt man die ermittelten Werte $p_3 = 40{,}3$ at und $T_3 = 1988$ ° abs. ein und drückt man ϱ durch ε_z aus, so gilt für den Druckverlauf während der Expansion:

$$p = 0{,}003\,71 \cdot \frac{T}{0{,}0827 + \varepsilon_z} \text{ at abs.}$$

Auf gleiche Weise ergibt sich für den Druckverlauf während der Kompression mit $p_1 = 1{,}02$ at abs. und $T_1 = 327$ ° abs.:

$$p = 0{,}003\,380 \cdot \frac{T}{0{,}0827 + \varepsilon_z} \text{ at abs.}$$

Zahlentafel 2 enthält Drücke und Temperaturen für Kompression, Verbrennung und Expansion in Abhängigkeit vom Kolbenwegverhältnis.

Die während der adiabatischen Expansion 3-4 geleistete Arbeit beträgt:

$$A\,L_{34} = U_3'' - U_4''$$
$$= m''\left\{[C_v'']_0^{t_3}\,t_3 - [C_v'']_0^{t_4}\,t_4\right\} \text{ cal/h.}$$

Da beim Versuch eine Arbeitsleistung

$$A\,L_i = 632\,N_i = 632 \cdot 70{,}5 = 44\,570 \text{ cal/h}$$

erreicht wurde, so beträgt für beide Fälle der indizierte Wirkungsgrad $\eta_i = \frac{A L_i}{A L_{i_0}}$ der Maschine:

$$\eta_i{}'_{\text{unvollk. Exp.}} = \frac{44\,570}{59\,400} = 0{,}750 \text{ und } \eta_{i\,\text{vollk. Exp.}} = \frac{44\,570}{70\,080} = 0{,}636$$

Die gesamten Arbeitsverluste der untersuchten Maschine betragen demnach bei voller Belastung:

$$\zeta' = (1 - 0{,}750) \cdot 100 = 25{,}0 \text{ vH}$$

und

$$\zeta = (1 - 0{,}636) \cdot 100 = 36{,}4 \text{ vH}$$

der theoretisch möglichen Arbeitsleistung, je nachdem, ob man die Arbeit der verlustlosen Maschine auf unvollkommene oder vollkommene Expansion bezieht.

Zahlentafel 2. Druck- und Temperaturverlauf in der verlustlosen Maschine.

1) Kompression	Kolbenstellung		2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Kolbenwegverhältnis	ε_z	—	0	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
abs. Druck im Zylinder	p	at abs.	35,9	11,88	6,09	4,35	3,10	2,39	1,93	1,59	1,34	1,16	1,02
abs. Temperatur	T	° abs.	879	643	545	487	444	413	390	369	350	337	327
Temperatur in °C	t	°C	606	370	272	214	171	140	117	106	77	64	54

2) Verbrennung	Kolbenstellung		2	a	b	c	3	—	—	—	—	—	—
Kolbenwegverhältnis	ε_z	—	0	0,0028	0,0194	0,0506	0,1005	—	—	—	—	—	—
abs. Druck im Zylinder	p	at abs.	35,9	52,6	57,8	48,5	40,3	—	—	—	—	—	—
abs. Temperatur	T	° abs.	879	1363	1618	1827	1988	—	—	—	—	—	—
Temperatur in °C	t	°C	606	1090	1345	1554	1715	—	—	—	—	—	—

3) Expansion	Kolbenstellung		3	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	6
Kolbenwegverhältnis	ε_z	—	0,1005	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,76	2,[illegible]
abs. Druck im Zylinder	p	at abs.	40,3	22,8	15,43	11,44	8,96	7,25	6,00	5,14	4,44	3,97	2,02	1,[illegible]
abs. Temperatur	T	° abs.	1988	1740	1600	1495	1402	1327	1266	1216	1178	1153	1000	8[illegible]
Temperatur in °C	t	°C	1715	1467	1327	1222	1129	1054	993	943	905	880	727	5[illegible]

Zahlentafel 3. Arbeitsleistungen und mittlere indizierte Drücke für die einzelnen Teilabschnitte des Viertaktspieles.

	Unvollkommene Expansion ($p_4 > p_1$)					Vollkommene Expansion ($p_6 = p_1$)				
	äußere Arbeit	cal/h	mittlerer ind. Druck	aus Rechnung at	aus Diagramm at	äußere Arbeit	cal/h	mittlerer ind. Druck	aus Rechnung at	aus Diagramm at
Kompression	$A\,L_{12}$	— 28 400	p_{12}	— 4,85	— 4,80	$A\,L_{62}$	— 39 600	p_{62}	— 6,76	— 6,[illegible]
Verbrennung	$A\,L_{23}$	+ 29 500	p_{23}	+ 5,04	+ 5,00	$A\,L_{23}$	+ 29 500	p_{23}	+ 5,04	+ 5,[illegible]
Expansion	$A\,L_{34}$	+ 58 300	p_{34}	+ 9,96	+ 9,95	$A\,L_{36}$	+ 80 180	p_{36}	+ 13,71	+ 13,[illegible]
	$A\,L$	+ 59 400	p_i	+ 10,15	+ 10,15	$A\,L$	+ 70 080	p_i	+ 12,0	+ 12,[illegible]

Da $t_3 = 1715$ und $t_4 = 880$ ° C ist, so wird für die verbrannte Ladung $[C_v'']_0^{t_3} = 6{,}06$ und $[C_v'']_0^{t_4} = 5{,}62 \frac{\text{cal}}{\text{Mol °C}}$ (Hütte 24. Aufl. S. 484), und mit $m'' = 10{,}655$ Mol/h ergibt sich:

$$A\,L_{34} = 10{,}655\,(6{,}06 \cdot 1715 - 5{,}62 \cdot 880) = 58\,300 \text{ cal/h.}$$

Bei Expansion bis $p_1 = 1{,}02$ at wird noch die Arbeit AL_{46} gewonnen. Hierfür ist

$$A\,L_{46} = U_4'' - U_6'',$$

wobei

$$U_6'' = m'' \int_0^{t_6} C_v''\,d\,t.$$

Mit $t_6 = 534$ °C folgt

$$[C_v'']_0^{t_6} = 5{,}41 \frac{\text{cal}}{\text{Mol °C}}$$

und $U_6'' = 10{,}655 \cdot 5{,}41 \cdot 534 = 30\,820$ cal/h,

mithin $A\,L_{46} = 52\,700 - 30\,820 = 21\,880$ cal/h.

Die äußere Arbeit der verlustlosen Maschine während der Expansion beträgt mithin bei unvollkommener Expansion (Volumengrenze $V_4 = V_k + V_h$) $A\,L_{34} = 58\,300$ cal/h, bei vollkommener Expansion bis auf $p_1 = 1{,}02$ at abs. $A\,L_{36} = 80\,180$ cal/h. Im letzteren Fall muß beim Ausschub der verbrannten Gase eine der Druckkurve 6-1, Abb. 4, entsprechende zusätzliche Arbeit

$$A\,L_{64} = -A\,P_1\,(\varepsilon_6 - 1)\,30\,n\,V_h \text{ cal/h}$$

aufgewendet werden.

Nachdem die Arbeitsleistungen für die einzelnen Teilabschnitte festgestellt sind, ergibt die algebraische Summation den Arbeitswert der verlustlosen Maschine unter den gegebenen äußeren Bedingungen. Es ist

für unvollkommene Expansion:

$$A\,L_{i_0}' = A\,L_{23} + A\,L_{34} - A\,L_{12} = 59\,400 \text{ cal/h,}$$

für vollkommene Expansion:

$$A\,L_{i_0} = A\,L_{23} + A\,L_{36} - (A\,L_{61} + A\,L_{12}) = 70\,080 \text{ cal/h.}$$

Zur Beurteilung der Ausnutzung des Zylinderraumes kann auch der mittlere indizierte Druck p_i in at für den durchgeführten Prozeß in Betracht gezogen werden.

Da die Leistung

$$L = \frac{F\,P_i}{4} \cdot 2\,s\,n \cdot 60 \text{ mkg/h oder } A\,L = A\,V_h\,P_i \cdot 30\,n \text{ cal/h}$$

ist, so wird mit $n = 216\,\text{min}^{-1}$ und $P_i = 10\,000\,p_i$ kg/m² der mittlere indizierte Druck

$$p_i = \frac{A\,L}{5850} \text{ at.}$$

Für unvollständige Expansion ($p_4 > p_1$) und für Expansion bis auf den Anfangsdruck ($p_6 = p_1$) ergeben sich hierbei die in der Zahlentafel 3 zusammengestellten Werte, wobei p_i auch für vollständige Expansion auf den Hubraum V_h der ausgeführten Maschine bezogen ist. Hierbei entsprechen die mittleren indizierten Teildrücke der ersten Reihe den nach der angegebenen Formel berechneten Werten; die Zahlen der zweiten Reihe wurden durch Planimetrieren des aufgezeichneten Diagramms erhalten.

Da der Versuch an der Maschine $p_i = 7{,}6$ at ergab (g[illegible] F.-H. S. 9), so folgt in Übereinstimmung mit den früheren Werten der indizierte Wirkungsgrad der Maschine für unvollständige Expansion $(p_4 > p_1)$ $\eta_i' = \frac{7{,}6}{10{,}15} = 0{,}750$ vH, für vollständige Expansion $(p_6 = p_1)$ $\eta_i = \frac{7{,}6}{12{,}0} = 0{,}634$ vH.

Mit der Angabe der Gesamtverluste ist die gestellte Aufgabe noch nicht vollkommen gelöst. Für die Technik ist erwünscht, den Gesamtverlust in Einzelverluste aufzulösen, damit man erkennt, an welchen Stellen Verbesserungen anzustreben sind und wo der Hebel des Fortschritts anzusetzen ist. [illegible] hierüber geben die angestellten Rechnungen Aufschluß.

Der gesamte Arbeitsverlust der Maschine ($A\,L_{i_0} - A\,L_i$) [illegible] gliedert sich in die Verluste durch Wärmeabgabe an die W[illegible]

$A L_w$, durch Nachbrennen, durch endliche Verdampfungs-, Zersetzungs- und Verbrennungsgeschwindigkeit $A L_v$ und durch unvollkommene Expansion $A L_e$. Mithin ist

$$A L_{i_0} = A L_i + A L_w + A L_v + A L_e \text{ cal/h}.$$

Hierbei ist vollkommene Expansion ($p_6 = p_1$) vorausgesetzt. Für unvollkommene Expansion ($p_4 > p_1$) fällt das letzte Glied weg, und für $A L_{i_0}$ tritt der entsprechende Wert $A L_{i_0}'$ für unvollkommene Expansion ein.

Da der Arbeitsverlust durch Wärmeabgabe an die Wand $A L_w = 7400$ cal/h durch den Versuch (F.-H. S. 39) bekannt ist und mit Ausnahme von $A L_v$ die übrigen Glieder der Gleichung ebenfalls bekannt sind, so kann der Verlust $A L_v$ durch Nachbrennen, endliche Verdampfungs-, Zersetzungs- und Verbrennungsgeschwindigkeit berechnet werden. Es ergibt sich $A L_v =$ 7430 cal/h. Die Bilanzgleichung, bezogen auf vollkommene Expansion ($A L_{i_0} = 70\,080$ cal/h) lautet mithin:

$$70\,080 = 44\,570 + 7400 + 7430 + 10\,680 \text{ cal/h}$$

oder in Bruchteilen des Arbeitswertes der vollkommenen Maschine:

$$q_i + q_w + q_v + q_e = 1.$$

$$0{,}6360 + 0{,}1055 + 0{,}1060 + 0{,}1525 = 1.$$

Bezieht man auf unvollkommene Expansion ($A L_{i_0}' = 59\,400$ cal/h), so wird

$$A L_{i_0}' = A L_i + A L_w + A L_v$$

und

$$q_i + q_w + q_v = 1.$$

Die Zahlenwerte sind in diesem Fall

$$59\,400 = 44\,570 + 7400 + 7430 \text{ cal/h}$$

und

$$0{,}7503 + 0{,}1246 + 0{,}1251 = 1.$$

Man erkennt, daß die Arbeitsverluste durch Wärmeabfuhr an die Wand $q_w = 12{,}46$ vH[1]) und durch Nachbrennen, endlich Verdampfungs-, Zersetzungs- und Verbrennungsgeschwindigkeit $q_v = 12{,}51$ vH, insgesamt also 24,97 vH der Arbeitsleistung betragen, die bei Ausschluß aller Verluste innerhalb der gegebenen Volumengrenzen durch die Maschine gewonnen werden könnte.

Der Überblick wird vollständig, wenn man noch den thermischen Wirkungsgrad der Maschine $\eta_t = \frac{A L_i}{Q}$ als Produkt des Wirkungsgrades der vollkommenen Maschine $\eta_v = \frac{A L_{i_0}}{Q}$ und des indizierten Wirkungsgrades $\eta_i = \frac{A L_i}{A L_{i_0}}$ darstellt.

Da die entwickelte Wärme Q der ausgelösten chemischen Energie des Brennstoffes und dem Wärmeinhalt der zugeführten Öl- und Einblaseluftmenge entspricht, so ist

$$Q = B h_u + (B c_{fl.} + E C_{pl}) t_e \text{ cal/h}$$
$$= 10{,}690 \cdot 10180 + (10{,}69 \cdot 0{,}5 + 7{,}95 \cdot 0{,}286) \cdot 50$$
$$= 109182 \text{ cal/h}.$$

Hiermit ergibt sich:

für unvollkommene Expansion

$$\eta_v' = \frac{A L_{i_0}'}{Q} = \frac{59\,400}{109\,182} = 0{,}542$$

$\eta_i' = 0{,}750$ (vergl. S. 282 rechte Spalte oben),

für vollkommene Expansion

$$\eta_v = \frac{A L_{i_0}}{Q} = \frac{70\,080}{109\,182} = 0{,}642$$

$\eta_i = 0{,}636$ (vergl. S. 282 rechte Spalte oben),

mithin

$$\eta_t = \eta_v \, \eta_i$$

$$\eta_t' = 0{,}542 \cdot 0{,}750 = 0{,}41 \qquad \eta_t = 0{,}642 \cdot 0{,}636 = 0{,}41$$

[1]) In F.-H. S. 39 ist dieser Arbeitsverlust mit 16,5 vH angegeben, da er nicht auf die theoretische Arbeit $A L_{i_0}'$, sondern auf die kleinere indizierte Arbeit $A L_i$ bezogen ist.

d. h. bei Ausschluß des Verlustes durch unvollkommene Expansion, der sich in der ausgeführten Maschine aus verschiedenen praktischen Gründen nicht vermeiden läßt, kann die Dieselmaschine selbst bei Außerachtlassen aller übrigen Verluste nur 54,2 vH der zugeführten Wärme in indizierte Arbeit verwandeln.

Daß im Vergleich zu diesem Werte die verhältnismäßigen Arbeitsverluste nur $\zeta = 1 - \eta_t = 1 - 0{,}75$, d. h. 25,0 vH, der theoretisch möglichen Arbeitsfähigkeit betragen, kennzeichnet am besten den hohen Stand der konstruktiven Durchbildung dieser hochwertigen Wärmekraftmaschine, die von Haus aus ein mechanisch und thermodynamisch schwierig zu beherrschendes Arbeitsverfahren verwirklicht.

Lehrreich erscheint auch der Vergleich mit dem indizierten Wirkungsgrad der Kolbendampfmaschine. Da man dort die verlustlose Maschine nach dem Rankine-Clausius-Prozeß arbeiten läßt, so muß man hier für die Verbrennungsmaschine die Arbeitsleistung bei vollkommener Expansion zugrunde legen. Neuzeitliche Dampfmaschinen erreichen je nach Größe und je nach der Ausnutzung aller technisch verfügbaren Hilfsmittel indizierte Wirkungsgrade von 60 bis 80 vH[2]). Daß die Ölmaschine diese Werte nicht überschreitet — der vorliegende Versuch ergibt $\eta_i = 0{,}636$ —, obschon Druck- und Temperaturgrenzen des Arbeitsprozesses erheblich weiter auseinander liegen, ist in den Wärmeverlusten begründet, die mit Zunahme von Druck und Temperatur rasch wachsen. Verluste durch Wärmeabfuhr an die Wand können bei Verbrennungsmaschinen nicht über ein gewisses Maß eingeschränkt werden, da die Baustoffe stets einen Kühlmantel für den Arbeitzylinder verlangen. In dieser Hinsicht ist es bemerkenswert, daß der Verlust durch Nachbrennen, durch endliche Verdampfungs-, Zersetzungs- und Verbrennungsgeschwindigkeit des benutzten Gasöles immer noch 12,46 vH, d. i. rd. ⅙ der theoretisch erreichbaren Arbeitsfähigkeit der gegebenen Maschine, beträgt. Diesen Verlust zu vermindern, ist eine Hauptaufgabe der weiteren Entwicklung der Hochdruck-Ölmaschine.

Die Gestalt der Verbrennungslinie (im Indikatordiagramm, Abb. 1, Kurve 2-3) hängt von dem Gesetz ab, dem Brennstoff und Einblaseluft beim Einblasevorgang gehorchen. Von entscheidendem Einfluß sind hierbei neben den chemisch-physikalischen Eigenschaften des Öles die baulichen Abmessungen der Steuerungsteile und ihre Wirkungen.

Man erkennt, daß die Verbrennung bei der verlustlosen Maschine — selbst bei dem zugrunde gelegten einfachen Gesetz des Einspritzvorganges — nicht bei unveränderlichem Druck verläuft, sondern erhebliche Drucksteigerungen zur Folge hat. Es zeigt sich auch hier wieder, daß es irreführend ist, Dieselmaschinen als Gleichdruckmaschinen zu bezeichnen.

Gelingt es, die Zeit der Gemischbildung und der Verbrennung zu verkürzen, so werden sich die Arbeitsverluste vermindern, die eine Folge zu langsamer Verdampfung, Zersetzung und relativ schleppender Verbrennung sind. Wenn auch heute Teeröle schon mit recht befriedigendem Erfolg verbrannt werden können, so muß man doch darnach streben, die Grenzen der Verwendungsfähigkeit der Brennstoffe in Dieselmaschinen zu erweitern und noch günstigere Grundlagen für die Verbrennung zu schaffen. Vielleicht hilft es, von dem bisher nicht benutzten Mittel der Katalyse Gebrauch zu machen.

Das Streben des Konstrukteurs, die Dieselmaschine mechanisch zu vereinfachen — der Übergang vom Einblasen des Brennstoffes mit Druckluft zu luftloser Einspritzung ist hierfür ein Beispiel —, muß sich mit der weiteren wissenschaftlichen Klärung des verwickelten Verbrennungsvorganges vereinigen. Die Lösung dieser Aufgabe wird erleichtert, wenn man mehr als bisher im Maschinenbau die neuzeitlichen Hilfsmittel und Erkenntnisse physikalischer und chemischer Forschung benutzt, um durch die Verknüpfung konstruktiver und experimenteller Erfahrung die folgerichtige Entwicklung in fortschrittlicher Richtung zu erzwingen. [1582] (Schluß folgt.)

[2]) Z. 1911 S. 921.

Volomit als Diamantersatz bei Gesteinbohrungen.

Einem Bericht der preußischen geologischen Landesanstalt im „Maschinenbau" vom 26. Januar 1923 über die Ergebnisse von Versuchen, die von verschiedenen Tiefbaufirmen über die Verwendbarkeit von Volomit, einer aus Karbiden schwer schmelzbarer Metalle hergestellten Metallegierung, bei Gesteinbohrungen angestellt worden sind, entnehmen wir die folgenden Einzelheiten.

Bei den Versuchen wurden Bohrkronen von 92 bis 170 mm äußerem und 65 bis 135 mm innerem Durchmesser benutzt. Die Zahl der auf der Ringfläche eingestemmten Volomitspitzen betrug 6 bis 20, ihr Abstand voneinander 15 bis 75 mm. Die Spitzen, die teils gerade, teils schräg eingestemmt waren, standen ¾ bis 2 mm über die Arbeitfläche aus. Freischneider wurden nur in einem Fall, und zwar außen, verwendet. Die Bohrkronen machten 50 bis 130 Uml./min. Die Belastung der Krone wurde nur von zwei Firmen mit 80 kg und 3000 kg angegeben; sie rückte damit stark von dem beim Diamantbohren üblichen Druck von 200 bis 400 kg ab. Das meist klare Sprühwasser stand unter 3 bis 15 at Ueberdruck.

Die Ergebnisse weichen stark voneinander ab. Z. B. ergaben sich in einem Fall in hartem Sandstein bei einer Tiefe von 1190 m nur 4 cm/h Bohrfortschritt, und bereits nach 26 m waren die Spitzen unbrauchbar. Dagegen ließ sich toniges Gebirge bis zu 80 m ohne Auswechseln der Spitzen durchbohren. Die übrigen Erfahrungszahlen lagen innerhalb dieser Grenzwerte. Die meisten Spitzen konnte man nach Umwenden nochmals verwenden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Volomit in harten Gesteinarten als Diamantersatz völlig versagt, wogegen sich Volomitspitzen in weichem und mittelhartem Gebirge zufriedenstellend bewährt haben. Ob sie sich aber wesentlich billiger stellen als Diamantspitzen, muß noch dahingestellt bleiben. Für die Verwendung von Volomit spricht allerdings noch, daß eine Gefahr des Verlustes durch Diebstahl nicht besteht. Einen besonderen Vorteil bietet Volomit auch dort, wo die Gefahr vorliegt, mit der Bohrkrone festzufahren. [368] Sd.

Der Rhein und die Hafenpläne der Stadt Köln.

Von Oberbaurat Bock, Köln.

In dem Reichtum der Lande am Rhein an hochwertigen Bodenschätzen und in der Gunst der Rheinschiffahrtstraße und ihrer Lage zum Weltverkehr sind die Voraussetzungen für die lebhafte industrielle Entwicklung des Rheingebietes und für die kraftvolle Erstarkung seiner Handelstädte gegeben. Die besondere Stellung von Köln als Handels- und Industriestadt wird erläutert und eine Darstellung seiner Einrichtungen für den Wasserverkehr gegeben. Eine eingehendere Beschreibung finden die im Ausbau begriffenen neuen Anlagen des städtischen Handelshafens und der Industrie, durch die der städtebaulichen Entwicklung neue Wege vorgezeichnet werden. Förderlich ist diesen neuen Verkehrseinrichtungen der unmittelbare Anschluß an den rheinischen Braunkohlenbezirk.

Die lebhafte industrielle Entwicklung in Deutschland, die mit der Neugründung des Reiches ihren Anfang nahm, hat in erster Linie diejenigen Landstriche erfaßt, die an den Hauptwegen des Verkehrs liegen und von der Natur durch reiche Bodenschätze ausgezeichnet sind. Der Rheinschiffahrtweg stellt einen solchen Verkehrsweg von erster Rangordnung dar. Dieser Strom trägt dank seiner auch in den heißen Sommermonaten überaus günstigen Wasserführung die größten Binnenschiffe des europäischen Verkehrs, seine beiden Ufer säumen Eisenbahnlinien von internationaler Bedeutung, seine Mündungshäfen Rotterdam, Amsterdam und Antwerpen stehen unter den europäischen Seehäfen an erster Stelle, durch sie ist der Rhein an die Haupt-Weltverkehrstraße der See, an die Straße von Dover, unmittelbar angeschlossen. Reiche Kohlen- und Erzvorkommen zeichnen das Stromgebiet des Rheines aus; zu beiden Seiten des Niederrheines beherrschen das Landschaftsbild ungezählte Fördertürme der Kohlenzechen. Das Siegerland und das Lahngebiet liefern bedeutende Mengen Erze; der Bezirk von Aachen neben Kohle auch Bleierze; das mittelrheinische Gebiet bietet wertvolle Natursteine und für den Verhüttungsprozeß hochwertige Tone dar; das Saargebiet wiederum Eisenerze und Kohle.

An der Rheinwasserstraße bildete sich daher eine nur durch die enge Felsenstrecke von Bingen bis Koblenz unterbrochene Reihe von Industriezentren. Diejenigen Plätze, die durch Überführung von westöstlichen Verkehrslinien ausgezeichnet sind, erfuhren unter ihnen eine besonders lebhafte industrielle Entwicklung.

Seit Ende des Krieges hat die Rheinwasserstraße an Bedeutung für den innerdeutschen wie für den internationalen Verkehr in erheblichem Maße gewonnen. Die Ursache hierfür liegt einerseits in der Steigerung der wirtschaftlichen Beziehungen der Weststaaten zu den Völkern Mitteleuropas, da infolge des Verlustes von Rohstoffgewinnungsstätten und Gebieten landwirtschaftlicher Erzeugung für Deutschland die Einfuhr von Rohstoffen aller Art und von Lebensmitteln aus dem Ausland eine zwingende Notwendigkeit geworden ist; anderseits vergrößerte sich der Wirkungsbereich der Rheinschiffahrt seit der Eröffnung des Rhein-Herne-Kanals in den Kriegsjahren durch die damit gewonnene unmittelbare schiffbare Verbindung nach dem rheinisch-westfälischen Industriegebiet, nach der Ems und den Emshäfen, nach der Weser mit ihren Mündungshäfen und in nicht zu ferner Zeit nach Durchführung des Ems-Weser-Kanals bis zur Elbe mit diesem Stromgebiet und mit dem nordostdeutschen Wasserstraßennetz überhaupt. Der Rhein, der bis in die jüngste Zeit jeglicher Zubringer-Schiffahrtstraßen von einiger Bedeutung entbehrte, gewinnt nunmehr endlich Anschluß an das übrige deutsche Wasserstraßennetz; dieser bedeutenden Vergrößerung seines Einflußgebietes am Niederrhein wird zukünftig am Oberrhein ein Gegenstück gegeben werden durch die geplante und bereits in der Ausführung begriffene Schiffahrtverbindung über den Main nach der Donau, durch die Neckarkanalisation, nicht zuletzt auch durch die schon lange erwünschte Verbesserung der Schiffahrtstraße auf dem Oberrhein bis Basel. Vornehmlich die erstere neue Verbindung dür durch die Erschließung der landwirtschaftliche Erzeugnisse und so stige Rohstoffe ausführenden Länder an der mittleren und unter Donau für die Lande am Rhein von allergrößter Bedeutung werd

Die Industrien in Westdeutschland beginnen, sich dies Neueinstellung des Verkehrs an der Rheinstraße anzupasse allenthalben spürt man von neuem die starke Zugkraft der Rhe schiffahrtstraße; denn es leuchtet auch dem Laien ein, daß Zustand, wie er bis in die jüngste Zeit bestand, wonach die Güt beförderung auf dem Schienenwege billiger war als auf natürlichen Schiffahrtstraße, auf die Dauer nicht wird erhalt bleiben können.

Es ist nicht zu verwundern, daß Köln als die größte St des Rheingebietes und als wichtigster Verkehrsknotenpunkt Industrie und Handel besonders bevorzugt wurde. Seine günst Verkehrslage wird durch folgende Tatsachen beleuchtet:

9 Hauptbahnlinien laufen hier zusammen, daneben mehr Linien zweiter Ordnung; 6 Gleise kreuzen an diesem Punkte Rheinstrom; 4 große Verschiebebahnhöfe dienen an diesem Pl der Neuordnung der Züge für den Güterverkehr.

Im Weichbild der Stadt Köln trifft man darum, um nur ein wenige Zweige aufzuzählen, Fabriken jeder Art an von Eisenhütte bis zum hochwertigen Verfeinerungswerk, besondere Maschinenfabriken jeglicher Gattung, Drahtziehere und Kabelwerke, Fabriken elektrischer Maschinen, Werkstät für Fördereinrichtungen, für Hebezeuge und für Lokomotivb Waggonbauanstalten, Fabriken feuerfester Erzeugnisse, bed tende Werke der chemischen und der Farbenindustrie, der Pap fabrikation, der Holzverarbeitung, große Mühlenunternehmun und andere mehr.

Köln als Handelstadt ist zu bekannt, als daß es an die Stelle notwendig wäre, dar besonders hinzuweisen; se Börse, insbesondere seine renbörse erfreut sich ei immer kräftiger werdenden spruchs und eines guten Ru Die Neugestaltung seiner H delsbeziehungen seit dem K ge kommt in der großen Z neuer Handelsniederlassun und in den Nergründungen uud ausländischer Bän stitute lebhaft zum Ausdr

An einem so durch die kehrs- und Wirtschafts ausgezeichneten Platz fü das Speditionsgewerbe na lich eine lohnende Besch gung. In den drei stadt nischen Häfen sind darum ausnahmslos alle bedeuter der Rheinschiffahrt diener Speditionsfirmen mit Ha oder Zweigniederlassur anzutreffen, auch sind rere angesehene Reedereie Köln beheimatet. Eine geringe Rolle spielt im Kö Hafenverkehr die Rhein- Spedition, denn Köln ist punkt der Rhein-See-Schiff die in der Vorkriegzeit 1/10 des gesamten Hafen schlagverkehrs in sich einigte. Rhein-See-Dam verkehren von Köln au direkter Fahrt nach in- ausländischen Küstenpl der Nord- und der Ostsee.

Von den drei von städtischen Verwaltung bauten und betriebenen H liegt der eine, der sogena Rheinauhafen, auf der li Stromseite, er ist, wie die beiden anderen Häfen Wohnstadt unmittelbar v lagert; aus diesem Gr sind auch alle Häfen mehr erweiterungsfähig.

Abb. 1.
Übersichtsplan des Kölner Geländes mit den Verkehrslinien und den Hafenanlagen.

Der **Rheinauhafen** besteht aus einem etwa 750 m
angen und 570 a großen Hafenbecken mit anstoßenden Werften
m offenen Strom. Die nutzbare Werftlänge im Gebiet des
heinauhafens mißt 4700 m. Insgesamt haben 27 Lagerhäuser,
etreidespeicher und Schuppen in diesem Hafengebiet Platz ge-
unden mit rd. 100 000 m² Lagerraum.

Von den beiden auf der rechten Rheinseite liegenden Häfen
t der eine, nämlich der **Deutzer Hafen**, vorwiegend In-
ustriehafen. Er besteht aus einem etwa 1100 m langen Becken
on 925 a Größe und einer 700 m langen Werft am offenen

Abb. 2.
Lageplan des Handelshafens
bei Köln-Niehl.

a Speicher
b Schuppen
c Lokomotivschuppen
k Kohlenkipper
B_1 Gleisgruppe für Becken 1 und Westseite des Beckens 2
B_2 desgl. für Becken 3 und Ostseite des Beckens 2
B_3 desgl. für Becken 4
B_4 desgl. für Massengüter -
I, II und III Bezirksbahnhöf

om; in dem Hafen haben sich bedeutende Mühlenwerke, eine
fabrik mit Gefrierhaus, Holzbearbeitungswerke, Asphaltwerke
l Erdöl- und Spiritus-Großhandelsfirmen niedergelassen.

Der **Mülheimer Hafen** endlich umfaßt eine 2000 m
ge Werft im Anschluß an den staatlichen Sicherheitshafen mit
gerräumen von insgesamt rd. 8100 m² Flächengröße. An diesen
fen, der vorwiegend dem Umschlag von Handels- und Massen-
ern dient, sind auch zahlreiche industrielle Unternehmungen
eschlossen.

Sämtliche Häfen haben Verbindung mit der Staatsbahn,
Bahnbetrieb wird darin aber städtischerseits mit 13 Loko-
iven geführt. An Kranen aller Art, von 1,8 t bis zu 30 t
gfähigkeit, sind insgesamt 80 Stück vorhanden.

Wie schon erwähnt wurde, ist die Erweiterungsfähigkeit der
enanlagen infolge ihrer Umklammerung durch die Wohnstadt,
weise auch — wie in Deutz — durch die Anlagen der Staats-
n sehr beschränkt, anderseits ist die Stadt nicht mehr in
Lage, in den Häfen Grundstücke für industrielle Nieder-
lassungen oder gar Lagerräume der Spedition zur Verfügung zu
stellen. Lagerraum mußte daher nach dem Kriege teilweise mit
Behelfsmitteln, so durch Erhöhung geeigneter Lagerhäuser um
ein oder mehrere Stockwerke oder durch Überbauen von Freilade-
flächen oder gar durch den Ersatz einstöckiger Schuppen durch
mehrstöckige Lagerhäuser geschaffen werden. Für größere In-
dustrien vollends, die Bahn- und Wasseranschluß erfordern, war
im ganzen Strombereich von Köln keine Gelegenheit zur Nieder-
lassung mehr vorhanden.

Dieser Zustand gab den Anstoß, daß die Stadtverwaltung
den schon vor dem Kriege gefaßten Gedanken, einen neuen
Handels- und Industriehafen zu schaffen, trotz der Not der Zeit
wieder aufgriff. Aber auch sonst hätte ein höherer Gesichts-
punkt hierzu Veranlassung gegeben.

Köln ist seit den Tagen seiner Gründung unter der Römer-
herrschaft bis auf unsere Tage Festung gewesen. Mit dem un-
glücklichen Ausgang des Krieges fällt sein Festungspanzer, die
Stadt kann darum jetzt einer ungehemmten Entwicklung ent-
gegengehen, sie kann sich recken und dehnen und ihre Erweite-
rung nach neuzeitlichen Grundsätzen zur Durchführung bringen.
So ergibt sich von selbst die Notwendigkeit der Aufstellung eines
Generalbebauungsplanes, für den die Festlegung der neu zu
schaffenden Verkehrseinrichtungen für den Bahn- und Wasser-
verkehr und die Entscheidung über die zweckmäßigste Unter-
bringung von Industrien und der hierfür erforderlichen Arbeiter-
siedlungen unbedingte Voraussetzung ist.

Die Überprüfung dieser Verkehrsfragen führte zu der Pla-
nung der neuen Anlagen, die im folgenden kurz gewürdigt wer-
den sollen. Abb. 1 gibt dazu eine Übersicht dieser Pläne und
läßt ihre Beziehungen zur Stadt und den Verkehrswegen er-
kennen.

Für neue Hafen- und Werftanlagen eignet sich der Natur
der Ufer- und der Geländeverhältnisse nach auf der langen Rhein-
front im Stadtgebiet von Köln nur das linksufrige Gelände ober-
und unterhalb von Köln-Niehl zur Anlage großzügiger für viele
Jahrzehnte ausreichender Hafen- und Industrieflächen. Oberhalb
Niehls kann eine ausgedehnte Handelshafenanlage geschaffen wer-
den, und unterhalb Niehls läßt sich ein die Stromkrümmung be-
gleitendes, hochwasserfreies Ufer auf etwa 2200 m Länge zu
einer Industriewerft umgestalten.

Industriegelände und Hafen gruppieren sich demnach um
Niehl in günstiger Lage zum Strom. Der der Altstadt zunächst
gelegene Handelshafen wird in das vom Rheinstrom in weitem
Bogen umzogene Gelände zwischen Riehl und Niehl hinein-
gebettet und unter dem Schutz eines Hochwasserdeiches liegen.
Den Zugang zur Stadt bildet die den Bogen als Sehne be-
grenzende Boltensternstraße, die als solche weiter ausgebaut wer-
den wird. Auf ihr wird auch die Straßenbahn an den Hafen
herangeführt werden. Den Plan des Handelshafens gibt Abb. 2
wieder.

An den stromabwärts tangential in die Schiffahrtrinne ein-
führenden Hafenmund schließt sich binnenwärts ein etwa 800 m
langes Vorbecken mit einem Schiffswendeplatz an, von dem aus
parallel zum Hafendeich der Hafenkanal vorgetrieben ist; an ihn
reihen sich 4 gleichgerichtete Hafenbecken an. Diese vier Hafen-
becken sollen vorzüglich dem Handelsverkehr mit Stückgut und
Getreide dienen, die Werften werden daher in diesen Becken mit
senkrechten Ufermauern eingefaßt und mit Gleisen, Schuppen,
Speichern und Verkehrstraßen versehen. Das Ufer zwischen
Hafenkanal und Hafendeich soll dagegen den Massengutverkehr
von Kohle, Steinen, Holz und Chemikalien aufnehmen; die an-
liegende Werft ist entsprechend einfacher mit steingeböschter Be-
festigung ausgestattet. Auf dem landseitigen Ufer des Vorbeckens
kommen Kipper für den Stein- und Braunkohlenverkehr zur Aus-
führung.

Neuartig ist die Gestaltung der Bahnausrüstung für das
ganze Hafengebiet. Dieses ist in einzelne Teile zerlegt, und jeder
Teil hat seinen besonderen Bezirksbahnhof, in dem möglichst
nahe den einzelnen Ladestellen das Ordnen der Wagen nach letz-
teren vorgenommen wird.

Das gesamte Hafengebiet umfaßt 8050 m Werftlängen,
33,5 ha Werftflächen, 41,3 ha Bahnflächen, 15 ha Straßenflächen
und 52,2 ha nutzbare Lagerflächen.

Das nördlich von Niehl zur Ausführung bestimmte **In-
dustriegelände** hat bei 2200 m Werftlänge eine Flächen-
ausdehnung von 507,3 ha. Durch mehrere mit dem Strom gleich-
laufende Straßenzüge und senkrecht zum Strom verlaufende
Straßen zweiter Ordnung ist es in weiträumige Blöcke eingeteilt.
Neben den mit dem Strom gleichgerichteten Straßen verlaufen
die Stammgleise, von denen aus Anschlüsse in die Industrie-
grundstücke vorgestreckt werden.

Die Grundstücke der dem Rhein zunächst gelegenen Zone
sind für Industrien mit vorwiegendem Schiffsverkehr bestimmt;
in den weiter rückwärts gelegenen Zonen sollen Fabriken Platz
finden, bei denen der Schiffsverkehr nicht die ausschlaggebende
Rolle spielt; sie stehen gleichwohl in unmittelbarer Gleis-
verbindung mit der Industriewerft sowohl wie mit dem Handels-
hafen.

Industriegelände wie Handelshafen erhalten hinter der Ort-
schaft Niehl einen großen Gemeinschaftsbahnhof, in dem das
Ordnen der Züge nach den einzelnen Bezirken stattfinden soll.
Dieser Gemeinschaftsbahnhof steht durch die neu zu schaffende

Gürtelbahn mit den Staatsbahnhöfen Köln-Nippes und Köln-Ehrenfeld in Verbindung. Die Gürtelbahn ist also die Zubringerlinie für die gesamten Hafen- und Industrieanlagen, sie stellt gleichzeitig die natürliche Fortsetzung der aus dem Braunkohlenbezirk herausführenden Köln-Frechen-Benzelrather Eisenbahn dar.

Das Industriegelände umfaßt eine große zusammenhängende Fläche, die bisher zu einem großen Teil als Exerzierplatz, im Restteil landwirtschaftlich genutzt wurde. Wohnstätten befinden sich auf dieser Fläche nur in ganz bescheidenem Umfang. Dagegen erhoben sich am Rand des Geländes zwei Forts und ein Zwischenwerk, die geschleift worden sind. Ein nicht unerheblicher Teil des Geländes unterlag den Rayonbeschränkungen.

Die Umgebung des Industriegeländes, das in seiner Ausdehnung etwa die Hälfte der Stadt Köln innerhalb des Bahngürtels einnehmen würde, weist gleichfalls vorwiegend landwirtschaftlichen Charakter auf: sie ist als Siedlungsgebiet für gesunde und allen sozialen Anforderungen gerecht werdende Arbeiterheimstätten vorgesehen. Grünanlagen werden sich durch diese Siedlungen hindurchziehen, ja der große im Zuge der Außenforts rings um die Stadt geplante Grüngürtel mit Sportplätzen, Volkswiesen[1]) und dergleichen stößt an dieser Stelle auf das Industriegelände, so daß die Arbeiter auf kürzestem Weg von der Arbeitstätte in die freie Natur gelangen können.

Industriestadt und Handelshafen werden einander ergänzen und sich gegenseitig befruchten. Niehl wird damit zum Zentrum einer neuen städtischen Entwicklung im Norden der heutigen Altstadt.

Die Pläne, deren Darstellung im Vorstehenden versucht wurde, sind so umfangreich, daß sie der Verkehrsentwicklung und Siedlungspolitik auf eine lange Reihe von Jahren genügen dürften. Der Ausbau soll nur schrittweise vorgenommen werden. Zurzeit sind in der Ausführung begriffen: das Vorbecken des Handelshafens mit einer Kipperanlage und insgesamt 380 m Wer[illegible] für allgemeine Umschlagzwecke. Im Industriegelände wird ei[illegible] 53 ha große Fläche in der rückwärtigen Zone baureif gemac[illegible] für eine der bedeutendsten Waggonbauanstalten Deutschlan[illegible] und eine 5 ha große Fläche am Strom für die Errichtung ein[illegible] großen Ölwerkes.

1) S. Z. 1923 S. 145.

Aus folgenden besonderen Gründen — allgemeine Grün[illegible] wurden in der Einleitung bereits hervorgehoben — dürfte f[illegible] Handelsniederlassungen wie für Industrien ein ganz besonder[illegible] Anreiz bestehen, sich in dem neuen Hafengebiet niederzulasse[illegible]

Dieses Gebiet hat unmittelbare Bahnverbindung mit d[illegible] rheinischen Braunkohlengebiet, dessen Erzeugnisse von Tag [illegible] Tag an Bedeutung gewinnen. Wer heute dieses Gebiet durc[illegible] wandert, wundert sich über die kraftvolle Entfaltung der Brau[illegible] kohlenzechen und der Kraftwerke, die auf seinem Boden e[illegible] stehen; hier wird billige elektrische Kraft gewonnen, auf der[illegible] Bezug sich die neuen Fabriken im Industriegelände einricht[illegible] können. Von hier aus können auch Brennstoffe in Gestalt v[illegible] Industriebriketts, von Rohkohle oder von neuer Staubkohle d[illegible] Feuerstätten im Industriegebiet unmittelbar zugeführt werd[illegible] Der Braunkohlenbezirk selbst aber wird mehr und mehr ein A[illegible] satzgebiet für Lebensmittel, für Baustoffe und sonstige Geg[illegible] stände des täglichen Bedarfs. Hier entstehen außerdem in k[illegible] zen Zeiträumen immer wieder neue Siedlungen. Dieses e[illegible] wicklungsfähige Gebiet wird zusammen mit der Großstadt Kö[illegible] die nahe an 700 000 Einwohner heute schon zählt, und [illegible] dem weiteren Hinterland eine große Aufnahmefähigkeit für H[illegible] delsgüter aller Art zeigen.

Die Voraussetzungen für eine lebhafte Handelstätigkeit u[illegible] eine gesunde industrielle Weiterentwicklung der Stadt sind a[illegible] gegeben. In richtiger Erkenntnis dieser Sachlage sind die Plä[illegible] der Stadt einstimmig durch die Stadtverordnetenversammlung g[illegible] geheißen worden. An den Handels- und Industriekreisen li[illegible] es, sich die Gunst dieser Verhältnisse zunutze zu machen. [14[illegible]

Dampfdreschmaschine für 6 t/h Leistung.

Die in Z. 1922 S. 937 erwähnte Dreschmaschine der Firma Heinrich Lanz, Mannheim, wird durch eine Lokomobile von 50 PS Normalleistung angetrieben. Ihre mit zwölf Schlagleisten bewehrte Trommel hat 710 mm Dmr. und 1700 mm Breite. Den Arbeitsgang auch der mit der Maschine vereinigten Fördereinrichtungen veranschaulichen Abb. 1 und 2. Zwei seitlich angebaute Garbenheber, deren Aufnahmeenden man in der Höhenlage beliebig einstellen kann, werfen das Getreide auf den auf der Maschine aufgebauten Zubringer A. Von diesem gelangt es auf eine unmittelbar nach einem zweiten Putzwerk, wo sie durch ein zwe[illegible] Gebläse nochmals gereinigt werden. Über verschiedene Siebe wer[illegible] sie dann mittels der Schnecke Z_2, Abb. 2, nach dem Sortierzylinder gebracht, nachdem Sand und Unkraut durch das Sieb W und den Kan[illegible] abgeschieden sind. Zwei an die Dreschtrommel D angeschlossene Kan[illegible] von denen der eine (Z) in den Raum über der Schnecke Z_2, der and[illegible] (Z_1) in den Sortierzylinder mündet, saugen durch die Wirkung [illegible] Trommel D den letzten Staub ab. Getreide, das nicht sortiert wer[illegible] soll, geht unmittelbar durch einen abschließbaren Kanal T_2 nach [illegible] Sackausläufen.

Abb. 1 und 2. 6 t-Dreschmaschine von Heinrich Lanz.

Im Text nicht erwähnte Teile:
H, H_1 Sammelbretter
K Siebkastenboden
I Kaffsieb
Q Kanal zum endlosen Becherwerk
T Boden
U, U_1, U_2 Siebe
S_1 Gebläserohr

Trommel mit exzentrisch gelagerten Stiften C, C_1, die das Getreide der Dreschtrommel D zuführt. Das Stroh geht nun auf dem Weg über die Strohschüttler F und F_1 und einen Nachschüttler G in eine Strohpresse, die es in viereckige Ballen formt, selbsttätig bindet und auf eine Ballenführung G_1 schiebt.

Kurzstroh, Spreu und Körner fallen durch den Dreschkorb E oder die einzelnen Schüttler und werden dem großen Sammelsieb J zugeführt. Das Kurzstroh geht über das große Holzsieb hinweg, Körner und Spreu fallen hindurch und gelangen durch ein zweites Sieb in den Bereich des Luftstromes des ersten großen Gebläses M, wodurch die Spreu abgesondert wird.

Die Körner fallen nun durch ein Wechselsieb O und ein Unkrautsieb P, wo grobe Teile und kleine Unkrautsämereien entfernt werden, und werden durch das Becherwerk R nach dem Entgranner S geführt. Alle Grannenfrüchte gelangen von hier aus, die übrigen vom Becherwerk

Die gereinigten Körner gelangen durch die Sackausläufe in [illegible] Säcke werden mittels eines Becherhebewerks in die auf besond[illegible] Fahrgestell angeordnete selbsttätige Wiege- und Einpackeinrich[illegible] geführt. Die gefüllten und verschlossenen Säcke legen sich dann [illegible] einen in der Abwurfhöhe verstellbaren Leistenförderer, der sie se[illegible] tätig in die Wagen leitet. Das Kurzstroh und die Spreu werden d[illegible] besondere Gebläse über leicht verlegbare Rohre an beliebig gew[illegible] Plätze oder unmittelbar in die Abfuhrwagen befördert.

Der Dreschvorgang bedeutet also eine weitgehende Ersparni[illegible] Handarbeit, die menschliche Arbeit wird nur zum Zuführen des Getre[illegible] zum Garbenheben und zur Abnahme von den mechanischen Förde[illegible] richtungen benutzt. An allen Wellen mit stärkerer Beanspruchung [illegible] höherer Umlaufzahl eingebaute Kugellager verringern den Kraftauf[illegible] der Maschine auf ein möglichst niedriges Maß. („Die Technik in [illegible] Landwirtschaft" Oktober 1922) [R 1623]

Berechnung der Schwingungserscheinungen an Turbodynamos.

Von Dr. J. Geiger, Augsburg.

Formeln zum Berechnen der Eigenfrequenzen der aus Pfeilern und Querträgern bestehenden Fundamente von Turbodynamos.

Das Verhalten der Fundamente von raschlaufenden Turboaggregaten und ähnlichen Anlagen spielt bei den Schwingungserscheinungen eine wichtige Rolle. Ich habe in einer früheren Arbeit „Untersuchung von Schwingungs-scheinungen an Turbodynamos mit Hilfe des Vibrographen[1]) der Hand eines praktisch zu besonderer Bedeutung gelangten lles gezeigt, wie man diese Erscheinungen durch Messungen iren kann. In dem Aufsatz „Berechnung der Schwingungs-scheinungen an Turbodynamos"[2]) habe ich dann die rechne-che Seite dieser Frage gewürdigt und Formeln für besonders fache Fälle angegeben. Mit Hilfe dieser Formeln kann man mlich für ein System, das aus einem Querträger oder Längs-ger und zwei diesen stützenden Pfeilern besteht, die Durch-gung ermitteln, welche herrührt

a) von dem Eigengewicht des Querträgers und der ihn gleichmäßig belastenden Bauteile, wie Grundplatte u. dgl.,
b) von Belastungen, welche angenähert als punktförmig betrachtet werden können, besonders den Lagern und der Welle samt den darauf sitzenden Massen.

Auf Grund dieser Durchbiegungen lassen sich dann mit fe einer sehr bequemen Annäherung die Eigenschwingungs-len ermitteln. Leider sind in den Formeln für die Durch-gung sinnstörende Druckfehler enthalten; ich habe sie daher ter unten nochmals aufgeführt.

Neben den dort geschilderten einfachen Fällen sind in-schen einige weitere zu praktischer Bedeutung gelangt:

Zahnradübersetzungen

den immer häufiger angewendet, weil man sich den Vorteil er kleinen raschlaufenden Turbine nicht entgehen lassen will weil die Technik gelernt hat, derartige Getriebe auch für hohe stungen und Umfangsgeschwindigkeiten betriebsicher zu en. Bei solchen Zahnradübersetzungen können unmöglich le Wellenachsen gleichzeitig in die lotrechte Symmetrieebene Fundamentes fallen. Infolgedessen sind die für symmetrische astung entwickelten Formeln für die Durchbiegung nicht mehr endbar.

In Abb. 1 bezeichne a die Länge und Θ_1 das äquatoriale gheitsmoment des Querträgers, b die Höhe und Θ_2 das Trägheitsmoment des Pfeilers, a_1 und a_2 die Abstände der Last P von den Pfeilern, A_1 und A_2 die Auflagerdrücke auf der als starr gedachten Unterlage und M_1 und M_2 die Biegungsmomente in den beiden oberen Ecken. Alle vier Ecken seien in dem Sinne steif, daß die dort zusammentreffenden Mittellinien keine Winkeländerungen gegeneinander ausführen können, wohl aber sollen der Querträger oder die Pfeiler bis unmittelbar zu diesen Ecken elastisch sein. Diese Vereinfachung, die in Wirklichkeit nicht zutrifft, da z. B. der Quer-er durch die anschließenden Pfeiler bis zur halben Dicke der er versteift wird, ist notwendig, damit die Formeln nicht zu ickelt und unübersichtlich werden.

Abb. 1.

Aus Mangel an Raum führe ich hier nicht die Entwicklung, ern nur die Endergebnisse an, die übrigens für einige Grenz-an den in der „Hütte" enthaltenen Formeln nachgeprüft en können. Der besseren Übersichtlichkeit der Formeln n ist ferner das Produkt der beiden ungleich langen Ab-tte des Querträgers, dividiert durch die ganze Länge des trägers, $\frac{a_1 a_2}{a} = m$, und das Verhältnis der Pfeilerhöhe zur trägerlänge, multipliziert mit dem reziproken Verhältnis der örigen Trägheitsmomente, also

$$\frac{b}{a} \cdot \frac{\Theta_1}{\Theta_2} = n$$

zt.

Die Durchbiegung an der Stelle des Kraftangriffpunktes nn

$$y_P = \frac{P\, m^2}{3\, E\, \Theta_1} \cdot \frac{m + a\left[n\left(1{,}875 + 0{,}5\,\frac{m}{n}\right) + 3\,n^2\right]}{1 + 6{,}5\,n + 3\,n^2} \quad \ldots \quad (1).$$

Für die Berechnung der Eigenschwingungszahl eines solchen Balkensystems könnte man sich mit dieser Formel bereits begnügen. Die Auflagerdrücke in den Ecken verteilen sich nicht wie bei einem gewöhnlichen Balken, sondern betragen

$$A_1 = P\,\frac{a_2}{a}\left[1 - a_1\,\frac{(a_1 - a_2)\left(1 + \frac{n}{2}\right)}{a^2\,(1 + 6{,}5\,n + 3\,n^2)}\right] \quad \ldots \ldots \quad (2)$$

$$A_2 = P\,\frac{a_1}{a}\left[1 + a_2\,\frac{(a_1 - a_2)\left(1 + \frac{n}{2}\right)}{a^2\,(1 + 6{,}5\,n + 3\,n^2)}\right] \quad \ldots \ldots \quad (3).$$

Die Momente in den oberen Ecken sind

$$M_1 = P\,\frac{m}{a} \cdot \frac{a_2 + \frac{n}{4}\,(11\,a + 2\,a_2)}{1 + 6{,}5\,n + 3\,n^2} \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

$$M_2 = P\,\frac{m}{a} \cdot \frac{a_1 + \frac{n}{4}\,(11\,a + 2\,a_1)}{1 + 6{,}5\,n + 3\,n^2} \quad \ldots \ldots \quad (5).$$

Endlich ist die Durchbiegung in Trägermitte

$$y_{Pm} = P\,\frac{a_1}{48\,E\,\Theta_1}\left[3\,a^2 - 4\,a_1^2 - 3\,a\,a_2\,\frac{1 + 6\,n}{1 + 6{,}5\,n + 3\,n^2}\right] \quad (6).$$

Für die unter Berücksichtigung der punktförmig angreifenden und der gleichmäßig verteilten Last auftretende Eigenschwingungszahl kommen nun, genau genommen, weder die Durchbiegung y_P an der Kraftangriffstelle noch die Durchbiegung y_{Pm} in der Trägermitte unmittelbar in Frage. In allen praktisch vorkommenden Fällen ist aber a_2 nie größer als $3\,a_1$, meist ist a_2 nur 1,5 bis 2 a_1. Es genügt also, einfach y_P zu der von der gleichmäßigen Belastung herrührenden Durchbiegung y_{gl} zu addieren, obschon beide an verschiedenen Stellen auftreten. Diese resultierende Durchbiegung

$$f = y_P + y_{gl}\,(\text{cm}) \quad \ldots \ldots \ldots \quad (7)$$

liefert dann unmittelbar die Eigenschwingungszahl

$$n_e = \frac{300}{\sqrt{f}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (8).$$

Der Fehler, der dadurch entsteht, daß man, wie vorgeschlagen, die beiden Durchbiegungen addiert, beträgt auch in dem ungünstigen praktisch kaum vorkommenden Fall, daß $a_2 = 3\,a_1$ ist, d. h., daß die punktförmige Belastung bereits sehr stark exzentrisch angreift, nicht mehr als 1 vH. In der Regel beträgt er kaum $^1/_{10}$ vH.

Zugunsten der Einfachheit der Formeln kann man also diesen Fehler ohne weiteres in den Kauf nehmen, zumal u. a. die Elastizitätszahl der Baustoffe für solche Fundamente nicht so genau im voraus bekannt ist und verschiedene andre vereinfachende Annahmen getroffen werden müssen, wie starres Verhalten der Fundamentsohle, elastisches Verhalten der Pfeiler und des Querträgers bis zu den Ecken, punktförmige Belastung statt der auf eine Fläche konzentrierten.

Zum Vergleich seien noch die Durchbiegungsformeln für symmetrische punktförmige und für gleichmäßig verteilte Belastung aufgeführt:

A. Träger mit gelenkigen Ecken.

Punktförmige Belastung in der Mitte:

$$y_P = \frac{1}{48} \cdot \frac{P_p\,a^3}{E\,\Theta_1} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (9).$$

gleichmäßig verteilte Belastung:

$$y_g = \frac{5}{384} \cdot \frac{P_g\,a^3}{E\,\Theta_1} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (10).$$

B. Träger mit steifen Ecken.

Punktförmige Belastung in der Mitte:

$$\left.\begin{aligned} y_P &= \frac{1}{48} \cdot \frac{P_p\,a^3}{E\,\Theta_1}\left[1 - \frac{0{,}75\,a}{\frac{b}{2} \cdot \frac{\Theta_1}{\Theta_2} + a}\right] \\ &= \frac{1}{48} \cdot \frac{P_p\,a^3}{E\,\Theta_1}\left[1 - \frac{0{,}75}{1 + \frac{n}{2}}\right] \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad (11),$$

wobei wieder $n = \frac{b}{a} \cdot \frac{\Theta_1}{\Theta_2}$ ist,

[1]) Z. 1922 S. 437.
[2]) Z. 1922 S. 667.

gleichmäßig verteilte Belastung

$$y_g = \frac{5}{384} \cdot \frac{P_g\, a^3}{E\,\Theta_1}\left[1 - \frac{0{,}8}{1 + \frac{n}{2}}\right] \quad \ldots \ldots \quad (12),$$

Wir kommen nun zu den Schwingungsmöglichkeiten in wagerechter Richtung. Wenn der Querriegel als unendlich steif angesehen werden kann, ergibt sich

$$f = \frac{P}{24} \cdot \frac{b^3}{E\,\Theta_2} \quad \ldots \ldots \quad (13),$$

und nicht, wie in Gl. (8), Z. 1922 S. 669:

$$f = \frac{P}{4} \cdot \frac{b^3}{E\,\Theta_2}.$$

Sinngemäß erhält man unter Berücksichtigung der Längsträger für die dortige Gleichung (9):

$$f = \frac{P\, l^3\, b^3}{24\, E\,(l^3\,\Theta_2 + b^3\,\Theta_L)} \quad \ldots \ldots \quad (14),$$

wobei l die Länge und Θ_2 das äquatoriale Trägheitsmoment der Längsträger ist.

Berücksichtigt man dagegen die Biegungselastizität des Qu trägers, so findet man — ohne den Einfluß der Längsträger —

$$f = \frac{P\, b^3}{6\, E\,\Theta_2}\left[1 - \frac{9\, b}{2\, a\, \frac{\Theta_2}{\Theta_1} + 12\, b}\right]$$

oder mit $\frac{\Theta_1}{\Theta_2} \cdot \frac{b}{a} = n$:

$$f = \frac{P\, b^3}{6\, E\,\Theta_2}\left[1 - \frac{4{,}5}{6 + \frac{1}{n}}\right] \quad \ldots \ldots \quad ($$

Aus der Durchbiegung ergibt sich dann wieder in dersel Weise wie bei den senkrechten Schwingungen die Eigenfreque für wagerechte Schwingungen.

Diese Formeln dürften auch für unsymmetrische Belast noch so einfach sein, daß sich ihre Anwendung in der Pra lohnt. Ob sie trotz der Vereinfachungen in allen Fällen statten, die wirklichen Eigenschwingungszahlen genügend ge zu berechnen, können natürlich erst in größerer Anzahl durch führte Versuche und Messungen an ausgeführten Anlagen zeig Die bisher mit dem Vibrographen durch Fallenlassen von Gewi ten vorgenommenen Bestimmungen der Eigenfrequenzen schei diesen Schluß rechtfertigen. [161]

Sulzer-Zweitakt-Schiffsmotoren mit Turbospülpumpe.

Das größte Schiff, das bis jetzt in Norwegen überhaupt gebaut worden ist, das 9000-t-Frachtschiff „Handicap", ist mit zwei vierzylindrigen Sulzer-Zweitaktmotoren ausgerüstet, die je 1350 PS_e bei 100 Uml./min leisten. Die Anlage ist insofern bemerkenswert, weil sie eine grundlegende Neuerung im Betrieb von Zweitaktmaschinen enthält, nämlich die Abtrennung der Spülluftpumpe vom Motor und ihre Ausbildung als Kreiselpumpe mit Antrieb durch Elektromotor. Die unabhängige Aufstellung und die gedrängte Bauart des Gebläses bringt Gewinn an Maschinenraum und -gewicht. Auch durch Ausführung der Zylinder- und Kolben-Kühlwasserpumpen sowie der Ballast- und Bilgepumpen als Kreiselpumpen mit elektrischem Antrieb wird bei mindestens gleicher Betriebsicherheit und Übersichtlichkeit an Raum gespart. Hervorgehoben zu werden verdient der geringe Spüldruck des Turbogebläses von 700 mm W.-S., der für das Sulzersche Spül- und Ladeverfahren ausreicht; niedrig ist auch die Maschinenraumtemperatur von 32° C, die in den Tropen bei 28° C Temperatur des Seewassers und der Luft und bei 45° C Austrittstemperatur des Kühlwassers gemessen wurde.

Die „Handicap" wurde am 24. Dezember 1921 in Dienst gestellt und ist seitdem ohne Störung unterwegs. Bemerkenswert ist eine 43tägige ununterbrochene Reise über den Stillen Ozean. Das Schiff hatte, um seine volle Ladefähigkeit zu erreichen, 700 t Brennstoff an Bord genommen, verbrauchte jedoch davon täglich nur 9½ t, so daß es mit 300 t Vorrat im Bestimmungshafen einlief, d. h. einer Brennstoffmenge, die für weitere 7000 Meilen ausgereicht hätte. Ein Dampfschiff mit Kohlenbetrieb hätte unter sonst gleichen Bedingungen für die ununterbrochene Reise über 1600 t Kohlen an Bord nehmen müssen, wodurch die Nutzladung entsprechend vermindert worden wäre.

Der geringe Tagesverbrauch an Treiböl, der alle Hilfsmaschinen, die Steuermaschinen, die elektrische Heiz- und Lichtanlage und die ebenfalls elektrisch betriebene Küche umfaßt, ist ein Beweis für die Wirtschaftlichkeit der Sulzer-Zweitaktmaschinen. So hat man auf dem Prüfstand der Gebr. Sulzer A.-G. in Ludwigshafen an zwei 1600 PS_e-Vierzylinder-Schiffsmotoren einen Verbrauch von weniger als 175 g/PS_eh ausschließlich des Verbrauchs der Gebläse und Kühlwasserpumpen und von 185 g/PS_eh einschließlich dieser Hilfsmaschinen gemessen. Der Brennstoffverbrauch für 1 PS_ih betrug bei Vollast 137 g und verringerte sich bei niedrigen Belastungen sogar auf 128 g. Eine noch bessere Verbrauchziffer, nämlich nur 180 g/PS_eh einschließlich aller Hilfsmaschinen, haben zwei vierzylindrige Sulzer-Zweitaktmotoren von je 1750 PS_e ergeben, die in das Passagierschiff „Camranh" von 11 700 t Ladefähigkeit eingebaut werden. [M 336]

Herstellung von Kohlenstaub für Feuerungen.

Von den Firmen, die im letzten Jahr zur Ausführung von Kohlenstaubfeuerungen übergegangen sind, hat, wie in einem Bericht von Schulte[1]) hervorgehoben wird, die Mehrzahl nicht die bekannte und bewährte Rohrmühle, sondern eine Art Schlagmühle gewählt, die unter der Bezeichnung Aero-Mühle bekannt geworden ist. Sie hat den Vorzug, daß sie sehr schnell läuft und daher mit einem Elektromotor unmittelbar gekuppelt werden kann, nimmt ferner wesentlich weniger Raum ein und ist auch billiger als eine Rohrmühle. Ihr Nachteil, daß sie nicht fein genug mahlt, wird durch besondere V besserungen begegnet. So benutzt die Firma Walter & Co. in K Dellbrück die hohle Welle zum Absaugen des Kohlenstaubes, weil gröberen Kohlenteilchen gegen das Gehäuse der Mühle geschleu werden und nicht in der Luft schweben. Die Schlagpratzen lassen leicht auswechseln, der Kraftverbrauch für 1 t/h gelieferten Koh staubes beträgt rd. 20 kWh, dürfte sich aber auch noch verring lassen. Bei der Schlagmühle der Deutschen Babcock-Wilcox-Werk Oberhausen wird die Feinheit der Vermahlung dadurch gesteigert, der Kohlenstaub mehrere im Durchmesser und in der Spaltenbr verschiedene Stufen durchläuft. Bei der Schlagmühle von F Krupp A.-G. Grusonwerk, Magdeburg, wird im Anschluß an die Sch mühle noch ein Windsichter benutzt, worin die Griese vom Staub trennt und in die Mühle zurückgeführt werden. [M 3

[1]) Neuere Einrichtungen und Erfahrungen auf dem Gebiete der Kohlenstaub-Feuerungen, „Glückauf" 3. März 1923.

Schnellkupplung für Muffenrohre.

Eine neuartige Konstruktion, die ein schnelles und leichtes Verl und Auseinandernehmen von Muffenrohren ermöglicht, zeigen Ab und 2. In das Muffenrohr a ist eine Hülse b gesteckt, die mit ei Anschlagwulst versehen ist. Der Zwischenraum zwischen der Hü und der Muffe m wird durch eine Dichtung c ausgefüllt. Das E des anzuschließenden Rohres e hat einen Bund f von solchen A messungen, daß er sich mit Spiel zwischen die Muffe und die Hü einsetzt. Durch Eintreiben von Keilen g zwischen den Rohrbu und die Köpfe zweier Haken d, die um 180° gegeneinander ver an der Außenseite der Muffe angebracht sind, werden die Rohre a u aneinander befestigt.

Bei einer zweiten Ausführungsform, Abb. 3 und 4, werden statt Muffenrohre glatte Rohre benutzt. An das Rohr k wird Hilfsmuffe i angeschweißt, während das Rohr k ein etwas erweit Ende l mit dem Bund f erhält. Im übrigen ist die Einrichtung die gleiche wie in Abb. 1 und 2. In beiden Fällen lassen die Haken d den Bund f in der Achsrichtung frei hindurchgehen. Diese Kupplung macht Schrauben, Bolzen und Schraubenschlüssel bei der Verlegung entbehrlich. Der Betriebsdruck kann nach Angabe des Erfinders bis zu 10 at steigen, ohne daß die Sicherheit der Verbindung leidet. Ein Nachteil besteht wohl darin, daß bei dieser Kupplung keine normalen Rohre benutzt werden können, sondern daß die normalen Rohre sonders zugerichtet werden müssen. Außerdem sind die Haken, d ungeschützt angebracht sind, beim Befördern und Verladen leich schädigungen ausgesetzt. (Zentralblatt der Bauverwaltung 22. Nove [R 1589]

Abb. 1 und 2. Kupplung zweier Muffenro

Abb. 3 und 4. Kupplung zweier glatter Ro

RUNDSCHAU.

Werkzeugmaschinen.

…ragbare Vorrichtung zum Ausschleifen von Schieberbüchsen.

Eine neue Hilfseinrichtung für die Ausbesserung von Lokomotiven, … von Meyer & Schmidt A.-G. in Offenbach a. M. gebaut wird, ist … Abb. 1 bis 6 dargestellt. Bisher arbeitet man ausgelaufene Schieber…chsen von Heißdampflokomotiven derart nach, daß man zunächst die Büchsen herauspreßt und sie dann auf ortfesten Maschinen ausdreht oder ausschleift. Man hat auch schon tragbare Bohrmaschinen gebaut, womit man die Büchsen, ohne sie erst herauszupressen, an Ort und Stelle nachbohren kann.

Abb. 1. Neue Hilfseinrichtung für die Ausbesserung von Lokomotiven.

Infolge der Einwirkung von Dampf und Öl sitzen aber diese Büchsen zumeist sehr fest in den Zylindergehäusen, so daß sie beim Herauspressen oft Schaden erleiden und durch neue ersetzt werden müssen. Beim Wiedereinsetzen der in der Längsrichtung geteilten Schieberbüchsen besteht ferner die Gefahr, daß die Bohrungen der Büchsenteile nicht mehr genau miteinander fluchten, weil sich das Zylindergehäuse infolge der Erwärmung verzieht, und daß die Büchsen an den Sitzflächen leicht undicht werden. Bei der Bearbeitung mit tragbaren Bohrvorrichtungen hat man dagegen mit einem größeren Materialverlust zu rechnen, da die hartgelaufene Oberfläche der Büchsen eine größere Spanabnahme bedingt, so daß die Lebensdauer der Büchse beschränkt wird und die Büchse unter Umständen nur ein einziges Mal nachgearbeitet werden kann, weil dann ihr Durchmesser schon zu groß wird. Auch wird die Oberfläche beim Ausbohren nicht so glatt wie beim Schleifen, und überdies brechen dabei die Ecken der Steuerkanäle leicht aus. Alle diese Mängel lassen sich vermeiden, wenn man die Schieberbüchsen in eingebautem Zustand ausschleift.

Abb. 5 und 6. Wendegetriebe.

Abb. 2 bis 4. Schleifvorrichtung für Lokomotiv-Schieberbüchsen.

Die Vorrichtung besteht aus einem Bett, auf dem der Schleifschlitten selbstätig hin- und hergeführt wird. Das Bett wird vorn mittels einer Zwischenplatte und der Stehbolzen des Schieberkastendeckels an der Lokomotive befestigt und hinten durch eine verstellbare Strebe gestützt. Ein auswechselbarer Zentrierring richtet die Vorrichtung genau in das Mittel der Bohrung aus. An dem Bett sind vier Ösen angebracht, so daß man die ganze Vorrichtung an einen Kran hängen und an jede gewünschte Stelle schaffen kann. Die Bedienungshebel sind von links und rechts gleich gut zugänglich.

Das Gehäuse der Vorrichtung trägt fest ein Rohr *a*, Abb. 2, in dessen vorderem Teil eine Planetenschleifspindel gelagert ist. Die Exzentrizität dieser Spindel kann man durch Verschieben des Rohres *b* verändern, das mittels zweier Flacheisen Steine in einer Schraubennut *c* des inneren Planetenkörpers verschiebt. Dabei wird dieser Planetenkörper gedreht und die Exzentrizität der Schleifwellenlager verändert. Zum Verschieben des Rohres *b* dient ein Handrad *d*, Abb. 4,

mit Schneckengetriebe und drehbarer Gewindebüchse. Die jeweilige Verstellung kann man an einer Teilung ablesen, die gleichzeitig als Sicherung gegen unbeabsichtigtes Verstellen der Gewindebüchse ausgebildet ist.

Die drehende Bewegung und der Selbstgang der Vorrichtung wird durch die Riemenscheibe *e*, Abb. 2 und 3, eingeleitet, und über ein Schneckengetriebe und ein Kegelradvorgelege auf das hintere genutete Ende des Rohres *b* übertragen. Für den Hin- und Hergang sind zwei Geschwindigkeiten vorhanden. Zu diesem Zwecke wird der Antrieb auf ein verschiebbares Räderpaar *f* übertragen und dann durch Kegelräder auf das Wendegetriebe *g* weitergeleitet, s. a. Abb. 5 und 6, dessen Kupplung als Zahnrad gestaltet ist und eine als Zahnrad ausgebildete Gewindebüchse auf der Vorschubspindel *h* antreibt. Der Umsteuerhebel *i*, der durch außenliegende Anschläge selbsttätig gedreht wird, hat einen herzförmigen Ausschnitt für die Mittelstellung und ist gelenkig mit einer Schubstange verbunden, welche die Wendekupplung betätigt; das Getriebe läßt sich aber auch durch einen in die Wendekupplung eingreifenden Stift gegen Drehung sichern, so daß man durch Drehen der Welle *k* den Schlitten mit der Hand hin- und herverschieben kann.

Die Schleifwelle erhält ihren Antrieb von der Riemenscheibe *l*, mit deren Welle sie biegsam gekuppelt ist. Die ganze Maschine wird von einem darauf aufgebauten Motor angetrieben. Die Aufspannplatte trägt beiderseits Diamanthalter zum Abdrehen der Schleifscheibe. Die Führungsbahn und die Vorschubspindel sind durch Bleche gegen Schleifstaub geschützt. [1618] H. Brittinger.

Elektrische Handbohr- und Schleifmaschinen.

Die zunehmende Ausbreitung der Überlandkraftwerke gestattet heute, auch in den kleinsten Betrieben elektrisch betätigte Arbeitsmaschinen zu verwenden, insbesondere für Ausbesser- und Fabrikbetriebe aller Art den Gebrauch von kleinen Bohr- und Schleifmaschinen; infolge wirtschaftlicher Massenherstellung können diese zu einem Preis auf den Markt gebracht werden, der ihre Anschaffung auch dem sparsam arbeitenden Kleinbetrieb möglich macht. Bei diesen Maschinen geht das Bestreben immer mehr dahin, Übersetzungen durch Räder oder Riemen vollständig zu vermeiden und das Werkzeug mit dem antreibenden Motor unmittelbar zu verbinden, wodurch Betriebsicherheit und Wirkungsg[rad] erhöht werden.

Abb. 7. Tischbohrmaschine mit eingebautem Elektromotor.

Abb. 8. Handbohrmaschine mit Aluminiumgehäuse.

Abb. 9. Schleifvorrichtung mit senkrechtem Schlitten.

So zeigt die Tischbohrmaschine der Firma Elektrowerkzeugbau A.-G., Berlin-Johannisthal, Abb. 7, die auf die einfachs[ten] Bauteile zurückgeführte Form einer Tischbohrmaschine für Mass[en]fertigung und Feinmechanik. Die Bohrspindel wird grob du[rch] Verstellen des Bohrständers eingestellt, der in langen geschliffe[nen] Führungen gleitet und genaue Arbeit verbürgt; der Vorschub erf[olgt] durch Heben und Senken des Arbeitstisches mittels Ritzels und Za[hn]stange. Geringes Gewicht bei hoher Festigkeit und gute Wär[me]ableitung, eine wichtige Bedingung bei tragbaren Bohrmaschinen [er]zielt man durch Gehäuse aus Aluminium, s. Abb. 8. Die gratfrei [ge]stanzten Ankerbleche werden hydraulisch zu Paketen gepreßt. [...] bei den amerikanischen Maschinen liegt das gesamte Schaltwerk [im] Revolvergriff.

Abb. 10. Handschleifvorrichtung zum Abgraten und Nacharbeiten.

Eine neuartige Schleifvorrichtung mit senkrechtem Sch[litten] zeigt Abb. 9. Diese kann man auf jede beliebige Unterlage [auf]schrauben, und bei der Arbeit gleitet der Schleifmotor auf [dem] Schlitten in nachstellbaren Führungen. Die Schleifspindel läuft be[i den] größeren Maschinen in Kugellagern, bei den kleineren in nachstell[baren] Bronzelagern und ist samt dem Antrieb gegen Schleifstaub dicht [ge]kapselt. Zum Abschleifen harter Gußkanten, Abgraten und Nach[arbei]ten größerer Maschinenteile eignet sich schließlich die Handsc[hleif]maschine, Abb. 10. Da die eine Hand den Spindelhals dicht a[n der] Scheibe erfaßt, kann sie beim Arbeiten einen kräftigen Druck aus[üben,] der in Verbindung mit der großen Schleifscheibe (bis zu 200 mm [...]) gute Leistungen liefert. Die starke Welle wird hier in drei Kugell[agern] geführt und ist so auch Stößen des rohen Betriebes gewachsen. [1651]

Eisenbahnwesen.

Rauchkammerformen für Schnellzuglokomotiven.

Die zunehmende Leistung der Lokomotiven erfordert immer [wach]sende Durchmesser und Höhenlagen der Kessel, so daß vom S[chorn]stein nur noch ein niedriger Stutzen übrig bleibt, weil die Gesam[thöhe] begrenzt ist. Wenn bei schneller Fahrt die Ausströmgeschwind[igkeit] aus dem Schornstein gering ist, wie es vor leichten Zügen und [...] nach dem Schließen des Reglers vorkommt, hat sich der große Übe[lstand] gezeigt, daß der Dampf auf den Kessel heruntergedrückt wird u[nd der] Führer nichts sieht.

Professor Prandtl hat in der Göttinger Versuchsanstalt die [Luft]strömung durch Versuche ermittelt und gefunden, daß sie ungefäh[r nach] Abb. 11 verläuft. Der Luftstrom wird also an der Kante der [Rauch]kammer nach oben abgelenkt, so daß sich hinter ihr ein Unter[druck] bildet, in den der Dampf hineingesaugt wird, wenn er nicht durch [einen] langen Schornstein oder große Ausströmgeschwindigkeit aus [dem] Unterdruckgebiet herausgeführt wird. Kegelige Form der Tür ha[t dar]auf keinen Einfluß. Wirksame Abhilfe wurde auf Grund diese[r Ver]suche bei einer 1 D 1-Lokomotive P 10 der Reichsbahn durch [...] von der Rauchkammer außen auf jeder Seite am Trittblech angel[egte] senkrechte Bleche getroffen. Diese Bleche erzeugen einen nac[h oben] gerichteten Luftstrom, da die an der Rauchkammerstirnwand abg[elenkte] Luft keinen anderen Ausweg hat, und folglich wird der Dampf ni[cht auf] den Kessel herabgedrückt. Diese Bleche stören die Aussicht nic[ht, da] sie dem Führer nur als Strich erscheinen.

Die Wirkung der Bleche besteht nun darin, daß sie eine [...]stige Luftströmung durch eine andere Luftströmung aufhebt. [...]

Abb. 11 u. 12. Luftströmung bei Lokomotiven.

ugung dieser Luftströme erfordert aber Arbeit und deshalb liegt es he, die Entstehung unerwünschter Strömungen durch eine angemesne Form der Rauchkammer zu vermeiden, Abb. 12. Die Tür kann in rm eines Paraboloides gepreßt werden, während die Rauchkammer rn mit möglichster Anpassung an diese Form der leichteren Herstelg wegen kegelig ausgebildet ist. Aus dem Verlauf der Strömung nn mit Sicherheit erwartet werden, daß der Dampf aus dem Schornin nicht herabgezogen wird. Die Form nach Abb. 12 vermindert auch n Luftwiderstand, wodurch bei großer Geschwindigkeit leicht 100 PS spart werden können. [1562] F. M.

Die französische Kongobahn.

Der schon vor dem Kriege beschlossene Bau dieser Bahn wird nmehr von beiden Endpunkten, Point Noire an der Küste und Brazzale am Kongo, aus in Angriff genommen. Auf der Strecke Minduliazzaville folgt sie der schon bestehenden schmalspurigen Bahn von km Länge, die zur Ausbeutung der Kupferbergwerke bei Minduli nt. Die Kongobahn selbst erhält 580 km Gesamtlänge und wird 1 m Spurweite gebaut. Die kleinsten Krümmungshalbmesser sollen m, die Steigungen nicht mehr als 15 vT betragen. Die Bahn bildet dem Gebiet der französischen Kongokolonie einen Zugang zu der Bau befindlichen Endstrecke der Katangabahn nach Leopoldville, hrend der belgische Zugang von Matadi an der Kongomündung bis opoldville führt. In Point Noire, etwas südlich von Loango, soll ein schlaghafen erbaut werden. [M 346]

Kraftfahrzeuge.

Neuer Zweitaktmotor für Fahrzeuge.

Eine neue Lösung dieser oft versuchten Aufgabe stellt die von eph Lorbach erfundene Zweitaktmaschine dar, deren Schutzrechte „Indag", Industrie- und Handelsaktiengesellschaft, Berlin, erworben . Die Maschine, die bereits im Kraftwagen und auf dem Prüfstand Erfolg Versuche bestanden hat, Abb. 13 und 14, ist in Abb. 15 16 im Schnitt dargestellt. Die Grundform der Maschine um- zwei Zylinder von 100 mm Dmr. und 110 mm Hub, die für eine stung von rd. 10 PS ausreichen und in bezug auf die Gemischzuung zusammenarbeiten. Jeder Zylinder besteht aus drei Arbeitsnen *a*, *b* und *c*, die sämtlich ohne Benutzung bewegter Steuerungs- durch einen einzigen Stufenkolben in der richtigen Weise miteiner verbunden werden. Von den erwähnten Arbeitsräumen ist *a* eigentliche Explosionsraum, *b* der Überströmraum, aus dem das vertete Gemisch in den benachbarten Zylinder verdrängt wird, und *c* Vorverdichtungsraum, in dem das Gemisch angesaugt und entpred vorverdichtet wird. Der Kolben besteht aus einem gußeisernen fteil *d* und einem hiermit verschraubten Stufenteil *e*, an dem die elstange angreift, und der mittels einer Mutter gegen den Boden Kolbenkopfes festgezogen wird. Der Stufenkolben ist außen gegen Laufbüchse *f* und innen gegen einen Verdränger *g* abgedichtet. er Verdränger bildet selbst mit Hilfe eines eingesetzten Rohres *h* Hohlraum, in den das vom Vergaser *i* gelieferte Gemisch ange- t wird.

So oft nämlich der Arbeitskolben aufwärts geht, entsteht in dem ichtungsraum *c* ein Unterdruck, da dieser Raum nur mit dem strömkanal *k* in Verbindung steht und letzterer oben durch den en Rand des Kolbenkopfes verschlossen ist. Infolgedessen tritt ues Gemisch aus dem Vergaser durch eine Öffnung in den Raum *c* ein. In den Raum *b* wird durch einen dem Auspuffschlitz gegenüberliegenden Schlitz Außenluft angesaugt, wenn sich der Arbeitskolben dem unteren Hubende nähert und infolgedessen im Raum *b* ein Unterdruck entstanden ist. In der Nähe des oberen Hubendes legt ferner der Kolben *d* mit einem Ausschnitt seines unteren Randes den Überströmkanal *m* zum benachbarten Zylinder frei, so daß die in dem Raum *b* eingeschlossene, bereits vorher verdichtete Luft in den zweiten Zylinder

Abb. 13. Vierzylindermaschine für einen Lastkraftwagen.

Abb. 14. Zweizylindermaschine für einen Personenwagen.

Abb. 15 u. 16. Zweitakt-Fahrzeugmaschine von Lorbach.

Abb. 17 und 18. Bremsversuche an der Vierzylindermaschine.

übertritt, dessen Kolben sich gerade am unteren Hubende befindet und aus dem infolgedessen auch der Auspuff durch den Schlitz *n*, Abb. 16, austreten kann. Diese Luft verdrängt, indem sie den Zylinder allmählich füllt, die verbrannten Gase aus diesem Zylinder. Beim Abwärtsgang des Kolbens wird die Ansaugöffnung für das Gemisch durch den unteren Stufenkolben *e* verschlossen, so daß dieses verdichtet und in den Überströmkanal *k* sowie am unteren Hubende aus diesem Überströmkanal in den Arbeitszylinder verdrängt wird. Das Gemisch wird beim Eintritt in den Zylinder durch den oberen Kolbenrand gleich nach aufwärts gelenkt. Da das Gemisch nicht in der Kurbelkammer verdichtet wird, die immer nur schwer abgedichtet werden kann, so kann man seine Vorverdichtung viel höher wählen und eine wirksame Füllung des Zylinders erreichen. Die Füllung wird ferner dadurch verbessert, daß unmittelbar vor dem Eintritt des frischen Gemisches die Nachspülung des Zylinders durch die im Ringraum *b* des zweiten Zylinders verdichtete reine Luft stattfindet. Trotz dieser Vielzahl von Steuervorgängen, die während eines einzigen Arbeitspieles aufeinanderfolgen, arbeitet die Maschine ganz ohne bewegte Ventile, lediglich mit Schlitzen, welche durch die verschiedenen Kolben geöffnet und geschlossen werden, woraus sich eine außerordentlich einfache und gegen Störungen gesicherte Bauart der Maschine ergibt.

Die Kurbelwelle der Maschine ist auf Kugeln gelagert und mit einer Mehrscheiben-Metallkupplung versehen, die ins Schwungrad eingebaut ist. Zündmagnet, Ölpumpe und Wasserpumpe werden von Hilfswellen angetrieben. Abb. 17 und 18 zeigen die Ergebnisse von Leistungs- und Verbrauchsmessungen an der Vierzylindermaschine, die namentlich im Hinblick auf die verhältnismäßig niedrige Drehzahl und die Zweitaktbauart sehr beachtenswert sind. [M 242]

Elektrotechnik.

Neuartiger Kappenisolator für Hochspannungsleitungen.

Wie A. Vaupel in ETZ vom 18. Januar 1923 berichtet, ist von den Siemens-Schuckert Werken ein neuer Isolator ausgebildet worden, der sich äußerlich von dem Kugelkopfisolator der Firma H. Schomburg & Söhne A.-G.[1]) nur sehr wenig unterscheidet. Die Kappe des neuen

Abb. 19. V-Isolator der SSW.

V-Isolators ist ebenfalls aufgekittet, Abb. 19. Besonderer Wert ist auf eine breite, kittfreie Zone zwischen dem unteren Kappenrand und dem Porzellanteller gelegt. In den kugeligen Hohlraum des Porzellankopfes wird zuerst eine dreiteilige Pappmanschette eingeführt, die den Druck besser verteilen soll. Als Druckkörper dienen Eisenstückchen, die an einem dünnen Weißblech befestigt sind, Abb. 20, und, ringförmig um den Klöppel gelegt, Abb. 21, mit diesem in die Höhlung des Porzellankörpers eingeführt werden. Die Eisenstückchen werden durch ein keilringförmiges Werkzeug in ihre schräge Lage gebracht und mit einer Metallegierung vergossen, damit der Klöppel in dieser Lage fest im Glockenkörper ruht. Durch die schräg um den Klöppelkopf stehenden Eisenstücke wird die am Klöppel wirkende Zugspannung als Druck auf die Fläche der Höhlung im Isolatorkopf übertragen, so daß die Beanspruchung auf Abscherung bedeutend vermindert ist. Hierdurch ergibt sich eine sehr hohe Zerreißfestigkeit des Isolators.

Abb. 20. Eisenlamellen des V-Isolators.

Abb. 21. Klöppel ohne und mit Eisenlamellen.

Versuche ergaben 180 kV Durchschlagspannung unter Öl, während für den Hewlett-Isolator (Scheiben mit Seilschlingen) 100 kV, für den gewöhnlichen Kappenisolator 130 bis 150 kV und für den Kugelk isolator 160 bis 170 kV angegeben werden. Die mechanische Festig betrug bei 29 Versuchen im Mittel 5830 kg. Als Festigkeit der übri Isolatoren wird gerechnet mit 3500 (Hewlett- und gewöhnlicher Kap isolator) und 5000 kg (Kugelkopfisolator). Der V-Isolator ist etwa 10 teurer als der Kugelkopfisolator. [1636]

[1]) s. Z. 1922 S. 164.

Erd- und Wasserbau.

Wasserdurchlässigkeit von Lehm und Bet

Unter Bezugnahme auf die Ausführungen in Z. 1923 S. 114 die Versuche des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes mö ich darauf hinweisen, daß man in Deutschland hinsichtlich des fahrens, Lehm- oder Tonbeton zum Abdichten von Kanälen und S becken zu verwenden, schon seit langem über Versuche hinaus zur praktischen Ausführung gekommen ist. Versuche mit Lehmb wurden auf meine Anregung beim Bau des Rhein-Herne-Kan im Jahre 1909/10 mit befriedigendem Erfolge gemacht und erwi die Brauchbarkeit eines solchen Gemisches. Dieses Verfahren ist auch zur Abdichtung dieses Kanals bei Herne angewandt worden hat sich neben seiner vorzüglichen Wirkung auch billiger erwiese die Einbringung von reinen Lehmlagen nach dem üblichen Vorg

Veröffentlichungen über das Verfahren finden sich u. a. in Zeitschrift „Die Talsperre“ 1911 Nr. 7 und Handbuch der Inge wissenschaften, Band „Talsperren“, 1913 S. 585. Im Zentralblatt Bauverwaltung 1917 S. 401 u. f. hat Schäfer meine Vorschläge, Versuche am Rhein-Herne-Kanal und den Einbau des Lehmbeton Kanalbett eingehend beschrieben. [M 364]

Potsdam. E. Matte

Normung.

Einführung der Geschäftspapier-Normform bei den Reichs- und Staatsbehörden.

Einem Rundschreiben des Reichswirtschaftsministers vom 2. J ist folgendes zu entnehmen:

„Die Rundfrage vom 16. August 1921 hatte ergeben, daß die R und Länderbehörden trotz früher vorgebrachter Bedenken der meinen Einführung der neuen Geschäftspapierformate, wie sie Normenausschuß der Deutschen Industrie auf dem Dinormblatt in Vorschlag gebracht worden waren, einheitlich zustimmten. S des Vorstandes des Normenausschusses der Deutschen Industri nunmehr diese Papierformatnormen genehmigt und damit festgel

Die Vereinheitlichung erstreckt sich auf alle Geschäftspapier Korrespondenzpapier, Vordrucke, Drucksachen, Dienstvorsch Dienstanweisungen, Karteiblätter, Amtsblätter, Veröffentlichungen, senbücher. Zunächst ist in erster Linie für das bisherige Folioform Geschäftsbriefbogen die Größe A 4 (210 × 297 mm für den beschni Bogen) festgelegt.

Da für die allgemeine Einführung das Vorangehen der Beh unerläßlich ist, soll das Folioformat verlassen und die Einführun neuen Geschäftspapierformate beschleunigt werden, um so mehr, als deren Einführung Ersparnisse erzielt werden. Es wird besonde beachten sein, daß nach der allgemeinen Umstellung das bis Kanzleiformat 21 × 33 cm als abweichendes Format wesentlich wird als die Normformate. Ich schicke voraus, daß nicht beabsi ist, die genormten Papiere in den Dienstbetrieb der Behörden gesetzliche Maßnahmen einzuführen, vielmehr soll entsprechend Verfahren des Normenausschusses die Einführung der Normforma den Behörden und Wirtschaftskreisen im Wege freier Vereinba erfolgen.

Mit Rücksicht auf die weittragenden wirtschaftlichen Folgen ich einheitliches Vorgehen der Behörden für erforderlich. Ich daher bitten, alsbald auf die neuen Formate umzustellen und nachgeordneten Behörden Weisung zu geben, daß sie von jetzt Neuaufträgen in Geschäftspapieren ausschließlich Normformate stellung geben. Für die Übergangszeit wird auf die vorhanden stände bei den Papiererzeugern und -händlern Rücksicht zu sein, und es wird sich jeweils durch Vereinbarungen festlegen von wann ab in den neuen Formaten zu liefern ist. Es wi allem darauf zu achten sein, daß seitens der Papiererzeuger und -h im Falle verzögerter Umstellung neben den Lagern für die neue noch solche für die alten Formate fortgeführt werden müssen. Anhörung der beteiligten Fachkreise schlage ich eine Übergar von einem Jahre vor. Im Falle etwaiger Schwierigkeiten bei de gebung von Lieferungsaufträgen darf ich Mitteilung erbitten.

Auf Grund der mit den beteiligten Fabrikanten- und Händler gepflogenen Verhandlungen hoffe ich, daß die Beschaffung der papiere keine Anstände ergeben wird. Da die Wirtschaftskr Industrie und Handel die neuen Formate allgemein zur Einf bringen, möchte ich anregen, die neuen Formate im Schrift nach außen baldigst zu verwenden und die Bestände an bis Formaten nach Möglichkeit im inneren Dienstbetrieb zu verbr Insbesondere werden die Bestimmungen über Formatgrößen, di für die Wirtschaftskreise bindend sind, wie Patentanträge, selpapiere, Kostenanschläge, Bauentwürfe nungen, Gesuche usw. zu ändern sein.“

Ähnliche Rundschreiben sind inzwischen vom Reichspostmini Eisenbahnzentralamt und sämtl. bayerischen Ministerien, sowi reichen Industrie-Konzernen erlassen worden.

[1]) Zu beziehen vom Normenausschuß der Deutschen Industrie. Dinorm, Bln. NW 7, Sommerstr. 4a.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Frankreich, Belgien und die Rheinschiffahrtsakte.

Nach Artikel 1 der Rheinschiffahrtsakte verpflichten sich die Vertragsstaaten, die Schiffahrt auf dem Rhein allen Nationen zu gestatten und der freien Schiffahrt kein Hindernis zu bereiten, welcher Art es auch immer sei. Frankreich und Belgien aber gehen heute über diese Vorschrift hinweg, machen die deutsche Rheinschiffahrt durch zahllose gewaltsame Eingriffe, auch seitens der französisch-belgischen Rheinlandkommission, mit England unmöglich und behindern auch die holländische und schweizerische Schiffahrt. Schleppdampfer werden beschlagnahmt, Kohlenkähne fortgenommen, Zollkontrollen und Paßvisa rechtswidrig eingeführt, das Personal wird von den Schiffen vertrieben, selbst holländische Schiffer haben sich schon militärische Kontrollen und Bewachungen gefallen lassen müssen.

Nach Artikel 4 der Rheinschiffahrtsakte haben die Vertragsstaaten die Pflicht, die zur Rheinschiffahrt gehörigen Schiffe und deren Ladungen ebenso zu behandeln wie ihre eigenen Schiffe. Frankreich und Belgien aber lassen wohl ihre eigenen Schiffe unbehindert und frei den Rhein passieren, deutsche und fremde Schiffe aber werden angehalten und durchsucht und vielfachen zeitraubenden, dafür aber um so nutzloseren Kontrollen unterworfen.

Nach Artikel 5 der Akte dürfen die Vertragsstaaten keinen Schiffer zwingen, seine Ladung ganz oder teilweise gegen „seinen Willen zu löschen oder an Bord eines andern Schiffes zu bringen. Frankreich und Belgien aber zwingen die deutschen Schiffer rücksichtslos, ihre Kohlenladungen an andern als den Bestimmungsorten zu löschen oder sie auf belgische oder französische Kähne überzuladen.

Nach den Artikeln 15 u. f. der Akte muß die Schiffbesatzung im Besitz von Befähigungsnachweisen für die Rheinschiffahrt sein. Frankreich und Belgien aber bemannen die rechtswidrig geraubten Kähne mit Land- und Seesoldaten, die noch niemals auf dem Rhein als Schiffsmannschaft gefahren sind. Ob dadurch die Rheinschiffahrt auf das äußerste gefährdet wird, ist diesen beiden Staaten dabei völlig gleichgültig.

Nach dem Sinn des Artikels 32 der Akte üben die Uferstaaten die Strom- und Schiffahrtspolizei im Interesse der Sicherheit der Rheinschiffahrt auf den ihrer Gebietshoheit unterstehenden Abschnitten des Rheines aus. Frankreich und Belgien kümmern sich jedoch um diese international anerkannten Grundsätze nicht und verbieten den deutschen Stromaufsichtsbeamten, ihres Amtes im Interesse der Schiffahrt zu walten, selbstverständlich nur dort, wo es sich um von ihnen selbst vorschriftswidrig bemannte Schiffe handelt. [W 186]

Internationaler Papiergeldumlauf.

Nach „Wirtschaft und Statistik" 1923 Nr. 1 umfaßte am Jahresende der internationale Papiergeldumlauf folgende Summen in Millionen der Währungseinheiten:

Land	Währung	1913	1920	1922[2])
Australien	Pfund	10	57,07	53,0[3])
Belgien	Frank	1 067	6 260	6 518
Brasilien	Milreis	897	1 848	2 056[4])
Bulgarien	Lewa	189	3 354	3 801[4])
Dänemark	Krone	152	557	467
Deutschland[1])	Mark	2 902	81 387	331 876
England[1])	Pfund	29,6	480,9	390,4
Finnland	Mark	113	1 341	1 397
Frankreich	Frank	5 714	37 902	36 603
Griechenland	Drachme	245	1 503	2 040[3])[5])
Britisch Indien	Rupie	646	1 614	1 808
Italien[1])	Lire	2 783	22 000	20 217
Japan	Yen	426	1 439	1 237
Kanada[1])	Dollar	124	249	170
Niederlande[1])	Gulden	313	1 123	1 029
Norwegen	Krone	108	492	384
Portugal	Eskudo	87	611	851[3])
Rumänien	Lei	437	9 486	15 157
Schweden	Krone	234	760	605
Schweiz	Frank	314	1 024	811
Spanien	Peseta	1 931	4 326	4 140
Vereinigte Staaten[1])	Dollar	1 069	4 637	3 819

Die Deflationsbestrebungen, die im Jahre 1921 den Papiergeldumlauf vor allem in den hochvalutarischen Ländern einzuschränken richten, haben nur vereinzelt und meistens auch nur vorübergehend einen Erfolg gehabt. Der Papiergeldumlauf ist in den meisten Staaten sich im Jahre 1922 weiter erheblich angeschwollen, eine Steigerung, die besonders ersichtlich wird, wenn man die Papiergeldmengen auf den einheitlichen Nenner Goldmark zurückführt. Die Umrechnung erleichtert auch einen Vergleich der einzelnen Länder, vor allem gibt sie den **Realwert und die Kaufkraft des Papiergeldumlaufs** an[6]).

[1]) einschließlich Staatspapiergeld.
[2]) Ende September. [3]) Ende August. [4]) Ende Juni.
[5]) Durch die Zwangsanleihe ist im März 1922 die Hälfte des Notenumlaufs eingezogen worden.
[6]) Zum Zwecke der Umrechnung sind die Nennbeträge des umlaufenden Papiergeldes zunächst durch die Großhandelskennzahl des betreffenden Landes auf Goldeinheit der nationalen Währung umgerechnet und diese Ziffern dann mit Hilfe der Friedensgoldparitäten der Wechselkurse in Goldmark umgewandelt.

Land	Millionen Goldmark			Goldmark auf den Kopf der Bevölkerung		
	1913	1920	1922[7])	1913	1920	1922
Australien	204	578	664	45,33	107,04	122,96
Belgien	864	1 054	1 450	116,76	140,53	193,33
Bulgarien	153	114	126	35,58	23,27	25,71
Dänemark	171	184	299	58,97	54,12	87,94
Deutschland	2 902	5 652	1 156	44,71	87,63	17,92
England	605	4 026	5 282	13,18	84,40	110,73
Frankreich	4 628	7 058	9 012	116,87	180,05	229,90
Britisch Indien	880	1 145	1 361	2,79	3,59	4,27
Italien	2 254	2 721	2 814	64,96	70,13	72,53
Japan	891	1 461	1 341	17,96	26,09	23,95
Kanada	521	488	435	72,36	55,45	49,43
Niederlande	528	813	987	89,49	119,56	145,15
Norwegen	122	147	192	50,83	56,54	73,85
Schweden	263	286	431	47,82	48,47	73,05
Schweiz	254	349	403	66,84	89,49	103,33
Spanien	1 564	1 564	1 938	79,80	73,43	90,99
Vereinigte Staaten	4 488	10 875	10 479	48,10	101,35	97,66
Summe	21 292	33 515	38 370	—	—	—
Durchschnitt	—	—	—	30,13	51,83	51,64

Eine bemerkenswerte Ausnahme unter den aufgeführten Ländern bilden Kanada unter den hochvalutarischen und Deutschland unter den tiefvalutarischen. In beiden Ländern ist der Papiergeldumlauf seinem realen Werte nach geringer als in der Zeit vor dem Kriege[8]).

Das hauptsächlichste Papiergeldland der Welt ist heute Frankreich, das einen Papiergeldumlauf von 230 Goldmark auf den Kopf der Bevölkerung aufweist. Verhältnismäßig ist jedoch der Papiergeldumlauf am stärksten in England gewachsen, wo vor dem Kriege auf den Kopf der Bevölkerung 13 Goldmark, 1922 dagegen 111 Goldmark entfielen. [W 175]

Die Aluminiumproduktion der Welt im Jahre 1921[9]).

Die Aluminiumindustrie hat im Jahre 1921 einen erheblichen Rückgang gegenüber dem Vorjahr aufzuweisen, wenn sie auch die Produktion des letzten Friedensjahres noch um 34,7 vH übertreffen konnte.

Die Weltproduktion betrug:

1885	13 t	1917	156 000 t
1890	175 t	1918	179 900 t
1900	7 810 t	1920	160 800 t
1913	68 300 t	1921	92 000 t

Der Wert der Weltproduktion belief sich 1913 auf 35,6 Mill. $, 1917 auf 177,4 Mill. $, 1920 auf 108,0 Mill. $ und 1921 auf 43,0 Mill. $. Die Verteilung der Produktion auf die einzelnen Staaten bzw. Erzeugungsgebiete gibt folgende Übersicht an:

Land	in 1000 t				Anteil an der Weltproduktion in vH	
	1913	1917	1920	1921	1913	1921
Frankreich	18,0	11,1	15,0	10,0	26,4	10,9
Schweiz, Deutschland, Österreich	12,0	26,0	31,2	27,0	17,6	29,3
England	7,6	7,1	8,0	} 7,0	} 14,5	} 7,6
Norwegen	1,5	7,6	5,6			
Italien	0,8	1,7	1,7			
Europa	39,9	53,5	61,5	44,0	58,4	47,8
Vereinigte Staaten	22,5	90,7	87,3	40,0	32,9	43,5
Kanada	5,9	11,8	12,0	8,0	8,6	8,7
Nordamerika	28,4	102,5	99,3	48,0	41,6	52,2
Welt	68,3	156,0	160,8	92,0	100	100

[W 187]

Der Auftragbestand des amerikanischen Stahltrustes.

Die nicht ausgeführten Aufträge des amerikanischen Stahltrustes betrugen Ende Januar und Februar 1923 6 911 000 bzw. 284 000 t und haben somit den Höchststand des Jahres 1922 (Oktober: 6 902 000 t) noch überschritten. Der große Bestand der unausgeführten Aufträge ist in erster Linie auf den großen Mangel an gelernten und ungelernten Arbeitskräften (vergl. auch S. 271) in den Stahlwerken zurückzuführen, eine Folge der strengen Einwanderungsgesetze der Vereinigten Staaten.

[7]) Ende September; im übrigen gelten auch in dieser Tafel bei den entsprechenden Ländern Anm. 1, 3 und 4.
[8]) Man beachte bei Deutschland die Steigerung des Nominalbetrages auf das 160fache und die Verminderung des Realbetrages auf weniger als die Hälfte (d. h. das starke Zurückbleiben des deutschen Papiergeldumlaufs hinter der Geldentwertung) und bedenke weiter, daß die Golddeckung dieses Papiergeldumlaufs nicht nur verhältnismäßig, sondern auch absolut gegenüber derjenigen vor dem Kriege ganz erheblich abgenommen hat.
[9]) „Wirtschaft u. Statistik" 1923 Nr. 3/4.

Englische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. S. 69.

Letzte Werte: Kohle . . am 9. März 21,50 sh/ton; Eisen . . am 9. März 12,00 £/ton; Dollar . am 14. März 4,265 sh/$; Baumwolle am 25. Jan. 16,63 d/lb; Kupfer . . am 14. März 80,88 £/ton; Mark . . am 14. März 0,0206 sh/100 ℳ

Die infolge der Ruhrbesetzung sich vergrößernde Nachfrage nach englischer Kohle hat eine Steigerung des Kohlenpreises zur Folge gehabt. Auch die Preise für Kupfer und Baumwolle sind angestiegen.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel: (vergl. S. 247)

Kupfer	am 14. März	7 934 ℳ/kg
Baumwolle . .	am 14. März	15 938 ℳ/kg
Dollar	am 14. März	28 845 ℳ/$
Aktienziffer . .	am 9. März	725 415.

In den letzten vier Jahren betrug der Auftragbestand am Ende der einzelnen Monate folgende Summe:

Ende	Auftragbestand in 1000 t (1 t = 1016 kg) 1919	1920	1921	1922
Januar	7379	9285	7573	4212
Februar	6684	9502	6934	4141
März	5431	9892	6285	4494
April	4801	10360	5845	5096
Mai	4282	10947	5482	5254
Juni	4893	10979	5118	5636
Juli	5579	11180	4830	5776
August	6109	10805	4532	5950
September . . .	6285	10375	4561	6692
Oktober	6473	9837	4287	6902
November . . .	7128	9021	4251	6840
Dezember . . .	8265	8148	4268	6746

[W 194]

Kapitalaufnahme der deutschen Industrie.

Trotz der katastrophalen Entwertung der deutschen Mark weist die Beanspruchung des deutschen Kapitalmarktes im Monat Januar gegenüber den Anforderungen im Monat Dezember vorigen Jahres einen Zuwachs von nur 693 Mill. ℳ auf. Gegenüber dem Bedarf im Monat November, in dem die bisher höchsten Ansprüche seitens der Industrie gestellt wurden, bleiben die Januarzahlen sogar um 1400 Mill. ℳ zurück. Einen wesentlichen Zuwachs haben lediglich die Industrieobligationen zu verzeichnen.

Die Zahlen der letzten drei Monate lauten (in Mill. ℳ):

	November	Dezember	Januar
Neue Stammaktien	12 301	10 450	10 337
„ Vorzugsaktien	774	514	482
„ Obligationen	657	675	1 513
zusammen	13 732	11 639	12 332

[W 17

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 2000.

Theoretisches und praktisches Lehrbuch für Elektrotechniker. Mit besonderer Berücksichtigung der Berechnung und Prüfung von Maschinen und Transformatoren. Von Fischer-Hinnen. Zürich 1922, Albert Raustein. 550 Seiten mit 230 Abbildungen.

Der Verfasser behandelt in den einleitenden Kapiteln die allgemeine Elektrizitätslehre und führt den Leser in einer auch für den Anfänger sehr anschaulichen und klaren Darstellung, die durch eine Fülle der Praxis entlehnter Beispiele im unmittelbaren Anschluß an die theoretischen Überlegungen unterstützt wird, von den elementaren Grundlagen zunächst bis zum Verständnis des Aufbaues und der Wirkungsweise der Gleichstrommaschine, der er den ersten Hauptabschnitt seines Buches widmet. Dieser bildet gewissermaßen einen Auszug aus dem bekannten Werk des Verfassers über die Gleichstrommaschinen unter Berücksichtigung der seit der letzten Auflage dieses Werkes gemachten Erfahrungen und Forschungsergebnisse. Eine neuere Gleichstrommaschine wird vollständig berechnet und entworfen. Der Abschnitt schließt mit einer Besprechung der Gleichstromverteilsysteme und der wichtigsten Sondermaschinen. Die folgenden Kapitel dienen der Einführung in die Wechselstromtechnik, wobei neben einer ausführlichen Behandlung der einzelnen Grundbegriffe auch auf das Wichtigste aus der elektrischen Festigkeitslehre und auf die Wechselstromverteilsysteme eingegangen wird. So wird der Weg zum Verständnis des zweiten Hauptabschnittes des Werkes geebnet, der die Synchronmaschinen, Asynchronmaschinen, Transformatoren und rotierenden Umformer umfaßt. Auch in diesem Abschnitt wird die theoretische Behandlung von Wirkungsweise und Berechnung durch geschickt eingestreute Zahlenbeispiele sowie durch je einen vollständig durchgeführten Neuentwurf einschließlich Konstruktionszeichnungen ergänzt. Das Buch schließt mit einem Abschnitt über die Bemessung der elektrischen Leitungen und einem Überblick über die bei der Prüfung fertiger Maschinen und Transformatoren gebräuchlichsten Meßverfahren.

Im vorliegenden Buche spricht ein Praktiker zu uns, der sich der Notwendigkeit einer sicheren theoretischen Grundlage bewußt ist, diese aber dem Leser in einfacher, klarer und immer wieder durch praktische Beispiele schmackhaft gemachter Form beibringen will, ohne eine besondere Fachvorbildung zu verlangen. Er verzichtet daher auf theoretische Einzelheiten, wenn sie nicht unmittelbar am kürzesten Wege zu dem jeweils gesteckten praktischen Ziele liegen. Für den Leser, der tiefer in die Ableitung einzelner schwieriger zu durchschauender Formeln eindringen will, bietet ein Anhang am Ende des Buches hierzu Gelegenheit. Der Hilfsmittel der höheren Mathematik bedient sich der Verfasser nur wenig und auch dann nur in einfachster Form. Dem Verständnis der bei gewissen Wechselstromfragen nicht zu umgehenden Differentialgleichungen ist ein besonderes, an die Einführung in die Wechselstromtechnik angegliedertes Kapitel gewidmet, das die Lösungen der wichtigsten in der Elektrotechnik vorkommenden Differentialgleichungen in leicht verständlicher Form unter Beschreitung teilweise neuer Lösungswege bringt. Zur Veranschaulichung der wechselseitigen Beziehungen zwischen den einzelnen Wechselstromgrößen bedient sich der Verfasser der Diagramme mit rotierend gedachten Vektoren. Doch werden diese nur zur Veranschaulichung verwendet, während der Rechnung als eigentlichem Mittel zum Zweck der Vorzug gegeben wird. Leider lassen einige Diagramme die nötige Klarheit vermissen und bleiben unverständlich, auch wenn man sich die Auffassung des Verfassers zu eigen macht, daß die Ohmschen Spannungsabfälle elektromotorische Kräfte seien. Auch eine große Anzahl von Druckfehlern und einige fehlerhafte Skizzen wirken störend für das Verständnis. Dagegen gewöhnt man sich schon nach einigen Seiten an gewisse uns reichsdeutschen nicht so geläufige Redewendungen und Fachausdrücke. Er könnte allerdings mit der Bezeichnung „Armatur" etwas sauberer umgegangen werden, die bald für Anker, bald für Ständer, bald für Läufer gebraucht wird. Auffallend ist des Verfassers Abneigung gegen die Dimensionsformeln, die er für die leider tatsächlich bestehenden Begriffsverwirrungen und ungenauen Bezeichnungen mancher Größen verantwortlich macht, und mit denen man nach seiner Ansicht „die unsinnigsten Dinge beweisen" könne, obwohl doch die Dimensionsrechnung zum mindesten als bequeme Kontrolle der Zahlenrechnung auch vom Praktiker gern angewandt wird. So kommt es, daß der Verfasser z. B. 1 PS = 75 kgm setzt, die Arbeit in kg, die Geschwindigkeit durchweg im Längenmaß mißt, oder ferner Sek-Kal für Kal je Sek., Sekjoule und Sek-Erg für Joule bzw. Erg je Sek. schreibt, während er in genau gleicher Schreibweise unter Amp-Sek wirklich Ampèresekunden, nicht Sek je Amp versteht. Sehr energisch unterstützt der Verfasser in einer Fußnote das Bestreben, die Namen berühmter Physiker in den nach ihnen benannten Maßeinheiten nicht zu verstümmeln. So schreibt er beharrlich Faraday und Mikrofaraday, vergißt aber, daß auch das Spannungsmaß Volt eine Verstümmelung von Volta ist. Durch Ausdrücke wie Wattmessungen, wattlose Komponente, oder „Leistung = Produkt von Volt mal Ampère" und dergl. leistet er leider der schon so sehr verbreiteten Vermengung der Begriffe Größe und Maß nur noch Vorschub.

Trotz der erwähnten Mängel bleibt es ein ungeschmälertes Verdienst des Verfassers, die große Reihe von elektrotechnischen Lehrbüchern um ein Werk bereichert zu haben, das weder rein theoretisch noch für die breite Masse der Laien berechnet ist, und das, ohne Spezialwerk zu sein, neben einer allgemeinen Elektrizitätslehre das Sondergebiet der elektrischen Maschinen besonders eingehend behandelt. Das Buch bringt daher allen etwas: dem Anfänger, namentlich dem Studierenden der Elektrotechnik wegen der Klarheit in der Darlegung der Grundbegriffe, dem Fachmann wegen der reichen praktischen Erfahrung des Verfassers im Elektromaschinenbau und endlich auch dem Nichtelektriker, der sich mit der üblichen gemeinverständlichen Darstellung nicht begnügen, sondern ohne besondere Anstrengung auch einen Einblick in die quantitativen Zusammenhänge der Erscheinungen tun will. Die Anschaffung des Buches ist daher warm zu empfehlen. Papier, Druck und Ausstattung des Werkes sind einwandfrei.

Dresden. [B 1549] Heyde.

Im Bannkreis von Nauen. Die Eroberung der Erde durch die drahtlose Telegraphie. Von Artur Fürst. Stuttgart und Berlin 1922, Deutsche Verlagsanstalt. 326 S. mit 216 Abb. und 2 Tafeln. Preis 12 500 ℳ (März 1923).

Der Verfasser hat den deutschen Bücherschatz wieder um einen sehr wertvollen Band bereichert. Das Buch gehört zur Fachliteratur, obwohl es für einen weiteren Leserkreis geschrieben ist; denn es ist ein Lehrbuch für unsere Jugend, die sich dem technischen Studium zuwenden will, eine Einführung der technisch Gebildeten in ein Sonderfach der Elektrotechnik. Es stellt ein Musterbeispiel dar, wie man dem unbeteiligten Laien, aber auch dem von Berufs wegen interessierten Industriellen, Kaufmann, Schiffahrttreibenden, Verwaltungsbeamten usw. ein so sprödes Fachgebiet erschließen soll. Es ist also in höchstem Maße geeignet, das Verständnis für die Technik in weitesten Kreisen zu wecken und zu festigen.

Fürst hat diese wichtige Aufgabe meisterhaft in zwei Hauptteilen des Buches gelöst. Im ersten Teil führt er den Leser in fesselnder Form in die schwierigen Kapitel der Physik ein, die für das Wesen der drahtlosen Telegraphie grundlegend sind, und baut dann das ganze Werk, der geschichtlichen Entwicklung folgend, nach und nach auf, so daß der Leser es spielend in sein geistiges Eigentum aufnimmt. Er beginnt mit dem Sender von Hertz, dem Empfänger von Branley, den Arbeiten von Marconi, Slaby und Arco und geht dann, immer die Notwendigkeiten des Fortschrittes begründend und die Persönlichkeiten der Forscher würdigend, auf die einander rasch folgenden Verbesserungen und die immer vollkommener werdenden Anordnungen und Geräte über: geschlossenen Schwingungskreis, Löschfunken, ungedämpften Schwingungskreis, Detektoren, Antennen, Lichtbogensender, Hochfrequenzmaschinen, Hochvakuumröhren usw. Kapitel über Schnelltelegraphie schließen den ersten Teil.

Der zweite Teil enthält zunächst die Zusammenfassung der technischen Grundelemente in den funkentelegraphischen Großanlagen, als deren Muster Nauen als Sende- und Geltow als Empfangstation vorgeführt wird. Dann schildert Fürst die Entwicklung der Funkentelegraphie und den Ausbau der Stationen auf der ganzen Erde und macht dem Leser die Wichtigkeit der drahtlosen Kunst an den großen Anwendungsgebieten klar. Neben der Bedeutung für Presse, Handel, Politik, Kriegführung u. a. werden recht anschaulich die Vorteile der Funktelegraphie für die Sicherheit des Schiffsverkehrs und die Ausnutzung der Luftfahrzeuge hervorgehoben. Besondere Kapitel sind der drahtlosen Telephonie gewidmet und der Neubelebung der Fernverständigung über den Draht durch die Hochfrequenz-Telephonie und -Telegraphie längs Leitungen.

Nicht in dem hier aufgeführten lückenlosen Fachgebäude liegt der größte Wert des Buches; es ist die unübertrefflich lebendige, immer wieder anregende Darstellungskunst des Verfassers, die stets den richtigen Ton findet, um zu unterrichten, ohne lehrhaft zu werden und zu ermüden.

K. M.

Schmiedehämmer. Ein Leitfaden für die Konstruktion und den Betrieb. Von Dr. techn. Otto Fuchs. Mit 253 Abbildungen. Berlin 1922, Julius Springer.

Das vorliegende Buch des durch seine Versuche auf diesem Gebiet bekannten Verfassers stellt eine Brücke zwischen der alten beschreibenden Technologie und der neueren Behandlung der Betriebswissenschaften und ihrer Arbeitsmaschinen dar. Aus dem Früheren hat der Verfasser die historische Entwicklung übernommen, die in einer kurzen Beschreibung mit einigen Wiedergaben alter Abbildungen besteht, aber es erscheint die Berücksichtigung der historischen Entwicklung auch in dem Beginn der neuen konstruktiven Abhandlungen. Das Werk wendet sich wohl der Hauptsache nach an den Konstrukteur, doch bringt der Verfasser in richtiger Entwicklung des Aufbaues seines Buches für alle in Betracht kommenden Kreise bei jedem Abschnitt rechnungsmäßige Unterlagen sowie die Versuchsberichte, soweit die Literatur bis jetzt solche aufweist. Das Buch teilt sich nach der erwähnten kurzen, historischen Einleitung nach den Antriebarten der Hämmer ein; hierbei werden die einzelnen Bauarten, von den ersten Ausführungen beginnend, in guten Schnittzeichnungen und Ansichten gebracht, ihre Vorteile und Fehler kritisch behandelt und an einzelnen Bauarten die theoretischen Grundlagen für die Berechnung entwickelt. Eine weitergehende Berechnung der Konstruktionsteile sowie Auswertung von Versuchen hat der Verfasser bei dem Kapitel „Dampfhämmer" gebracht.

Am Schluß werden die beiden größten Dampfhämmer mit guten Zeichnungen beschrieben, was von historischem Wert ist, da die an manchen andern Orten veröffentlichten Legenden über den Kruppschen

Hammer nur wenigen zugänglich sind und die Angaben über den Hammer der Bethlehem Iron Co. sonst kaum bekannt sind. Im letzten und vorletzten Kapitel werden Druckluft- und Gashämmer kurz behandelt, zwei Bauarten, die wohl nur Eintagsfliegen darstellen, aber vom Verfasser offenbar der Vollständigkeit halber aufgenommen worden sind. Das letzte Kapitel enthält die Gründung der Hämmer, erläutert durch einige ausgeführte Bauarten üblicher und seltenerer Gründungen und die Beschreibung der Ausführung. Dieses Kapitel ist genau so schwierig, wie die Berechnung und Untersuchung der Hämmer selbst, da man fast nur auf Erfahrungswerte angewiesen ist und nicht allein die Ansichten der Fachleute, sondern auch die Vorschriften über die Gründungen stark auseinandergehen. Es wäre vielleicht von Vorteil gewesen, wenn der Verfasser dieses Kapitel durch, wenn auch nur rein auf Erfahrungswerten beruhende Darstellung ausgeführter Anlagen noch weiter ausgebaut hätte.

Die Bearbeitung des Stoffes ist gründlich und sorgfältig durchgeführt, die vorhandene Literatur genau herangezogen; es wäre nur zu wünschen gewesen, daß ähnliche Durchrechnungen der ganzen Hammerkonstruktionen, wie sie bei den Dampfhämmern zum Teil ausgeführt worden ist, bei den Haupttypen der andern Bauarten auch vom Verfasser versucht worden wären, gerade weil die wirkliche Berechnung auf unerwartete Schwierigkeiten stößt, theoretische Unterlagen gar nicht, versuchstechnische fast gar nicht vorhanden sind und Erfahrungswerte in den meisten Fällen nicht erhältlich sind.

Trotzdem ist aber die Arbeit ein großer Fortschritt der Literatur auf diesem Gebiet und wird vor allem dem Konstrukteur und dem Verbraucher wertvolle Unterlagen für den Gebrauch geben.

[B 1532] Kurrein.

Der Brückenbau. Von Dr.-Ing. h. c. Joseph Melan, Hofrat, o. ö. Professor des Brückenbaues. I. Band. Einleitung und hölzerne Brücken. 299 S. mit 357 Abb. und 1 Tafel. Dritte, erweiterte Auflage. Leipzig und Wien 1922, Franz Deuticke.

Mit der Herausgabe dieses Werkes verfolgt der Verfasser den Zweck, den Studierenden des Brückenbaues eine Sammlung von guten Ausführungsbeispielen und Konstruktionsskizzen an die Hand zu geben. Wie schon bei der Besprechung der zweiten Auflage hervorgehoben wurde, hat der Verfasser mit dem vorliegenden ersten Bande seines Werkes, der den Titel „Einleitung und hölzerne Brücken" trägt, nicht nur dem Studierenden ein gutes Lehrbuch, sondern auch dem in der Praxis stehenden Ingenieur infolge der vorzüglich ausgewählten Beispiele ein gutes Nachschlagewerk geliefert. In der umfassenden allgemeinen Einführung in den Brückenbau zieht der Verfasser wertvolle Vergleiche zwischen den verschiedenen Brückensystemen und behandelt eingehend alle Fragen, die für die Inangriffnahme und Beurteilung eines Brückenbauwerkes von Wert sind.

Im ersten Abschnitt bespricht der Verfasser die Anordnung der Brücken im allgemeinen und die für Holzbrücken besonders wichtige Theorie des Balkenträgers.

Im zweiten Abschnitt beschreibt er den Baustoff der Holzbauten und behandelt an zahlreichen Beispielen die Fahrbahn, das Tragwerk, die Pfeiler der Holzbrücken, und zwar sowohl für Straßen- als auch für Eisenbahnbrücken. Gegenüber der zweiten Auflage ist dieser Abschnitt durch die Anführung der neueren Versuche über die Druckfestigkeit des Holzes quer zur Faser und über Holzverbände, durch den Hinweis auf die neueren Holzbauweisen und deren Verwendung im Brückenbau und durch eine Besprechung der hölzernen Bogenbrücken in wertvoller Weise ergänzt.

Im Anhang sind Tabellen der Biegungs- und Stützenmomente des frei aufliegenden Trägers auf Grund der für Eisenbahnbrücken geltenden Belastungsannahmen nach den alten österreichischen Vorschriften angefügt, die gegenüber der zweiten Auflage auch auf die neuen Belastungsnormen für Hauptbahnen ausgedehnt sind.

Das Werk ist sehr klar geschrieben; in geschickter Weise sind die statischen Berechnungen mit der Durchführung der Konstruktion verbunden. Die zahlreichen Textabbildungen sind in ausgezeichneter Darstellung gegeben. Durch den Verlag ist das Werk vorzüglich ausgestattet. Es ist ihm daher die weiteste Verbreitung zu wünschen.

Berlin-Grunewald. [B 1534] Br. Schulz.

Neue Grundlagen der technischen Hydrodynamik. Von Dr.-Ing. L. W. Weil, München und Berlin 1920, R. Oldenbourg.

Der Verfasser hat im vorliegenden Buche seine während einer mehrjährigen Kriegsgefangenschaft entstandenen Arbeiten niedergelegt. Wie er selbst im Vorwort sagt, sind seine Gedankengänge infolge Mangels an gediegener Fachliteratur in weitgehendem Maße selbständig und ursprünglich.

Im ersten Abschnitt wird die Strömung und Geschwindigkeitsverteilung in verschiedenen Querschnitten behandelt unter Berücksichtigung von Wandreibung und Turbulenz. Der zweite Abschnitt bringt die Strömung in verengten und erweiterten Kanälen. Hier wird vor allem den durch die Querschnitterweiterung bedingten Verlusten nachgespürt und der Versuch gemacht, ein günstigstes Erweiterungsverhältnis zu finden, Aufgaben, die bei allen Kreiselmaschinen für tropfbare Flüssigkeiten eine sehr bedeutende Rolle spielen. Im Abschnitt III wird das Ausfluß- und Mündungsproblem einer eingehenden, meines Erachtens neuartigen Behandlung unterzogen. Das Ziel ist die rechnerische Ermittlung des Kontraktionskoeffizienten für verschiedene Ausflußöffnungen. Der vierte Abschnitt bringt die Behandlung des Energiesatzes kreisender Flüssigkeiten unter Berücksichtigung eigener Versuchsergebnisse an kleinen Modellen und in engem Anschluß an die Ansichten und Versuchsergebnisse Bankis („Energieumwandlung in Flüssigkeiten", von Banki; Berlin 1921, Julius Springer). Der Abschnitt V behandelt den Begriff des hydraulischen Stoßes, seine technische Bedeutung und Anwendungsmöglichkeit.

Als Abschluß und zugleich Zusammenfassung der in den vorausgehenden Kapiteln erörterten hydrodynamischen Fragen kommt dann im sechsten Abschnitt die Behandlung der Theorie der Kreiselmaschinen hinzu. Hier versucht der Verfasser die Frage der Strömung in Kreiselradmaschinen auf das im vierten Abschnitt behandelte Problem der Strömung im Krümmer zurückzuführen.

Bei der Besprechung der Versuche Pfarrs[1]) kommt der Verfasser den neuesten Ansichten über die Strömungsverhältnisse in Turbinen recht nahe.

Alles in allem bringt das Buch für den Forscher manch anregenden Gedanken, für den Praktiker in den meisten Fällen leicht verwertbares Material, das nicht zu hohe Ansprüche an mathematisches Können macht. [B 1546] Staufer.

[1]) A. Pfarr, Versuche über die Druckverteilung usw., Z. 1910 S. 1421.

Elektrische Starkstromanlagen, Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. Von Dipl.-Ing. E. Kosack. 6. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 330 S. mit 296 Abb. Preis Gz. 5, geb. 5,8. (S. Z. 1912 S. 1715.)

Deutsches Volkstum, eine Monatschrift 1923, Heft 1. Herausgegeben von Dr. W. Stapel. Hamburg 1923, Verlag des Deutschen Volkstums. Preis des Heftes 325 *M*, vierteljährlich 900 *M*.

Eine der leider nicht sehr zahlreichen deutschen Zeitschriften, die neben Kunst- und Literaturpflege durch Behandlung sozialer Fragen das Volk auf einen neuen Aufstieg durch Arbeit, gegenseitiges Verstehen im Innern und berechtigten Stolz nach außen vorzubereiten suchen.

Systematische Bibliographie der wissenschaftlichen Literatur Deutschlands der Jahre 1914 bis 1921. Band III: Angewandte Wissenschaften. Abt. 2: Technik und Landwirtschaft. Herausgegeben im Auftrage der Berliner Vertretung des russischen Volkskommissariates für Bildungswesen von Prof. Dr. F. Braun und Dr. H. Praesent. Berlin 1922, „Kniga", Buch- und Lehrmittelgesellschaft m. b. H. 173 S. Preis Gz. 4.

Mathematisch-physikalische Bibliothek Band 49: **Wie man einstens rechnete.** Von E. Fettweis. Berlin und Leipzig 1923, B. G. Teubner. 56 S. mit 10 Abb. und 2 Zahlentafeln. Preis Gz. 0,70.

Lehrbuch der darstellenden Geometrie für technische Hochschulen. Von Prof. Dr. E. Müller. 2. Band. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1923, B. G. Teubner. 360 S. mit 328 Abb. Preis Gz. 5,50. (S. a. Z. 1919 S. 664.)

Sammlung Göschen Band 354: **Vektoranalysis.** Von Prof. Dr. S. Valentiner. 3. Aufl. Berlin und Leipzig 1923, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 132 S. mit 13 Abb. Preis Gz. 1.

Tafeln zur harmonischen Analyse periodischer Kurven. Von Dr.-Ing. L. Zipperer. Berlin 1922, Julius Springer. 12 S. Text, 22 und 20 Tafeln. Preis Gz. 4,25.

Teubners technische Leitfäden Band 17: **Grundzüge der Festigkeitslehre.** Von Prof. Dr.-Ing. A. Föppl und Prof. Dr.-Ing. O. Föppl. Leipzig und Berlin 1923, B. G. Teubner. 290 S. mit 141 Abb. und 1 Tafel.

Handbuch für Eisenbetonbau. Von Dr.-Ing. F. Emperger. 3. Aufl. 11. Band: **Hochbau.** I. Teil: Decken, Säulen, Mauern, Wände, Treppen, Kragbauten; bearb. von P. Bastine, H. Dörr, R. Heim. Berlin 1923, Wilhelm Ernst & Sohn. 537 S. mit 1632 Abb. Preis Gz. geh. 15, geb. 19,2.

Ergänzungen sind vor allem im Abschnitt über Eisenbetonbalken aufgenommen. Neu sind die Abschnitte über Pilzdecken, Putzträgerdecken und Thermosbaudecken. Obwohl zahlreiche Berechnungsbeispiele ausfallen mußten, ist das Kapitel über die Decken doch erheblich im Umfange gewachsen. Das zweite und das dritte Kapitel über Säulen, Mauern und Wände sind durch die umschnürten Eisenbetonsäulen mit steifem Kern aus Gußeisen, Schmiedeisen und Bausteinen erweitert. Ferner sind die neuen Ersatz- und Sparbauweisen für Siedlungs- und ähnliche Zwecke berücksichtigt. Im vierten Kapitel, Treppen, ist eine Untersuchung über den geknickten Wangenzug und Abbildungen über bemerkenswerte Neubauten aus den letzten Jahren hinzugekommen. Auch im fünften Kapitel, Kragbauten, sind verschiedene Erweiterungen und Verbesserungen, Fortschritte im Galeriebau, der Einbau von Eisenbetongalerien in bestehende Saalbauten, aufgenommen. Einen besonderen Abschnitt bildet die Anwendung der Kragbauten für Behälter, Freistehende Außenwände von hallenartigen Gebäuden, Stützmauern und Behälterwände sind neu behandelt.

Atlas über Gasgeneratoren 1839 bis 1922. Von Ziviling. H. Gochtz, Berlin-Schöneberg, Merseburger Straße 9, Selbstverlag des Verfassers. 35 Tafeln mit 148 Abb.

Die Zusammenstellung von 148 Gasgeneratoren aller Systeme des In- und Auslandes bezweckt eine einheitliche Darstellung der Entwicklung im Generatorenbau während rd. 80 Jahre. Die Konstruktionen sind so gut wie möglich der Reihenfolge nach, wie sie bekannt wurden, geordnet und in Gruppen eingeteilt. Alle Schnittzeichnungen sind im Maßstab 1 : 100 ausgeführt und enthalten die wichtigsten Abmessungen, Durchmesser und Bauhöhen.

Elektronen-Röhren. Von Prof. Dr. H. Barkhausen. I. Elektronentheoretische Grundlagen. II. Verstärkung schwacher Wechselströme. Leipzig 1923, S. Hirzel. 124 S. mit 54 Abb. Preis Gz. 6.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 13 SONNABEND, 31. MÄRZ 1923 BD. 67

Fachheft Schiffbau.

INHALT:

Unser Schiffbauheft.

Die Zeiten sind einstweilen vorüber, in denen unsere Zeitschrift von deutschen Schiffen unerreichter Größe und Leistungsfähigkeit berichten konnte. Unsere Handelsflotte wurde uns genommen. Ihre Vertreter verbreiten den [R]uhm fremder Reedereien über die Meere.

Die letzten Jahre galten dem Wiederaufbau unserer uns [zu]r Lebensnotwendigkeit gewordenen Handelsflotte im Bereich [unse]r Möglichkeit.

Mit den Vorbedingungen der heutigen Schiffahrt haben sich [na]ch dem Krieg auch die Richtlinien für den Bau der Schiffe [ver]ändert. Eisen [un]d Kohle sind [te]uer geworden [un]d damit die [H]erstellungs- [un]d Betriebskosten der [Sc]hiffe. Die [Fo]lge ist eine [tie]fe Staffelung [de]r Industrien [un]d Unternehmungen, die am [Sc]hiffbau als Ver[kä]ufer und Käu[fer] beteiligt sind, [um] dem Zwecke, [die] Lasten ge[me]insam zu tra[ge]n und die Her[ste]llungskosten [si]ch erträglich [zu] gestalten. Dies [is]t um so mehr er[for]derlich, weil [de]ren Rohstof[f]ein verhält[nis]mäßig gerin[ger] Preis der fertigen Schiffe gegenübersteht: der Überfluß der [We]ltflotte an Frachtraum entwertet die Schiffe. Ihre **Wirtschaftlichkeit** beim Bau und im Betrieb ist heute noch [meh]r als früher die Kernfrage des Schiffbaues. Soweit es sich [um] Frachtschiffe handelt, stehen Serienschiffe mit Einzelschiffen, [die] für bestimmte Linien zugeschnitten sind, im Wettbewerb. [Ist au]ch nicht entschieden ist, ob das Serienschiff, das zuerst von [ame]rikanischen Fabrik-Werften als Massenware hervorgebracht [wur]de, auch im Betrieb einen Fortschritt bedeutet. Daß das [Seri]enschiff die Leistungsfähigkeit der Werften nach Güte und [Z]ahl der Schiffe erhöht, haben deutsche Werften durch bis ins [klei]nste durchdachte Planarbeit bewiesen.

Heilingplatz für Serienschiffbau.

Die im Gange befindlichen Umwälzungen kann unser Schiffbauheft nur andeuten, indem es eine Anzahl von Vertretern der heutigen Schiffsarten an Hand von Skizzen vor Augen führt. Das Schiffbauheft enthält eine Beschreibung des noch im Bau befindlichen Lloyddampfers „Berlin“, der nächst dem Lloyddampfer „Columbus“ das größte Schiff ist, das im vorigen Jahre von Stapel lief. In dem Bericht über den Fracht- und Fahrgastdampfer „La Coruña“ der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft ist auch auf die Ölfeuerungsanlage näher eingegangen. „La Coruña“ und der gleichfalls beschriebene Dampfer „Thuringia“ der Hamburg-Amerika-Linie sind mit Rücksicht auf den großen Andrang zur III. Klasse geplant. Diese Schiffe wie auch der Fracht- und Fahrgastdampfer „Schleswig-Holstein“ lassen klar erkennen, daß der deutsche Schiffbau bestrebt ist, seinen Ruhm zu wahren und nur dort zu sparen, wo es am Platze ist: die Wohnlichkeit und die Sicherheitseinrichtungen der Schiffe werden mit der den deutschen Schiffbau kennzeichnenden Sorgfalt dauernd verbessert.

Sonderschiffe, wie z. B. Segler und Binnenschiffe, die im Begriffe waren, in herkömmlichen, lang erprobten Formen zu erstarren, werden weiter entwickelt, da die neuen Schiffe mit unsern früheren Fahrzeugen auf unsern Strömen und auf dem Weltmeer in wirtschaftlichem, gegen uns gerichteten Wettbewerb stehen.

Auf den maschinellen Teil des Schiffbaues werden wir in einem späteren Sonderheft eingehen, da die Entwicklung der Hauptmaschinen noch immer im Fluß ist.

Die Richtlinien einer für den Serienschiffbau bestimmten Werft kennzeichnet der Beitrag über die Entwicklung der Deutschen Werft. [1666]

Die Entwicklung der Deutschen Werft 1918 bis 1921.

Von Dipl.-Ing. Eisenecker, Deutsche Werft, Hamburg.

Gründe, die zur Errichtung der für fabrikmäßigen Bau von Schiffen geplanten Deutschen Werft führten. Wahl des Geländes, seine Aufteilung, der Aufbau der Werft und die Entwicklung des Betriebes von der Werftgründung 1918 bis 1921.

Mitten im Weltkriege, zu einer Zeit, wo man noch mit vollem Rechte auf einen für Deutschland glücklichen Ausgang rechnete, faßte die Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft (AEG) in Gemeinschaft mit der Hamburg-Amerika-Linie (HAL), nachdem beide Gesellschaften schon kurz zuvor die unter der Firma „Hamburger Werft A.-G." bekannte mittlere Seeschiffswerft gegründet hatten, den Entschluß, ein Werftunternehmen in großen Ausmaßen an der Elbe unterhalb Hamburgs entstehen zu lassen. Später beteiligte sich auch die Gutehoffnungshütte (GHH) an diesem Unternehmen.

Die lange Dauer des Krieges und die mit ihm zusammenhängenden Ausfälle an Handelsschiffen ließen bereits während des zweiten Kriegsjahres klar erkennen, daß, welchen Ausgang das Völkerringen auch nehmen würde, die deutsche Handelsflotte, die vor dem Krieg ihrer Größe nach an zweiter Stelle stand, ganz erheblich geschwächt aus dem Kriege hervorgehen würde. Auch die für das Ausland zu erwartenden Ausfälle waren so beträchtlich, daß mit Sicherheit damit gerechnet werden konnte, daß mit Kriegsende die ausländischen Werften vorerst mit dem Bedarf ihres eigenen Landes beschäftigt sein würden, so daß sie für deutsche Aufträge im Gegensatz zur Zeit vor dem Kriege nicht in Frage kommen würden, ganz abgesehen von politischen und wirtschaftlichen Erwägungen. Für den schnellen Wiederaufbau der deutschen Handelsflotte konnte somit ein großzügig angelegtes Werftunternehmen trotz der zahlreichen schon bestehenden Werften für lange Zeit reichlich Arbeit finden, besonders wenn man sich die während der Kriegsjahre gewonnenen Erfahrungen im Bau von Schiffen und in der Wahl der neuartigen Antriebmaschinen zunutze machte.

Während in Deutschland infolge Beschäftigung fast der gesamten Industrie für Rüstungszwecke in den Kriegsjahren der Bau von Handelschiffsmaschinen zum Stillstand gekommen war, zeichnete die planmäßige Entwicklung der räderübersetzten Dampfturbine und der langsamlaufenden Groß-Ölmaschine im Ausland einem jungen Werftunternehmen die Bahn des Erfolges vor, um so mehr als die guten Erfahrungen und das wirtschaftliche Arbeiten mit diesen neuen Maschinen auf Frachtschiffen im Auslande auch bei Neuerungen zurückhaltende Reeder bestimmte, für den Ersatz ihrer früher mit bestem Erfolge gefahrenen Kolbenmaschinendampfer auch Schiffe mit Triebturbinen- oder Ölmaschinenantrieb ernsthaft ins Auge zu fassen.

Die nach dem Eintritt Amerikas in den Weltkrieg in diesem Lande neu erstandene Werftindustrie, welche bei der serienweisen Fabrikation einheitlicher Typschiffe über alles Erwarten glänzende Erfolge in der schnellen Erstellung der verlorenen Schiffsräumte zeitigte, wies einem jungen deutschen Unternehmen den Weg, wie der Wiederaufbau der deutschen Handelsflotte in kürzester Zeit durch straffe Zusammenfassung bis dahin außerhalb der Werftindustrie stehender technisch verwandter Betriebe zu gemeinsamer Arbeit möglich sei. Zudem ließen die guten Erfahrungen, die man bereits vor dem Krieg auf deutschen

Abb. 1. Deutsche Werft, Betrieb Finkenwärder, vom Flugzeug aus.

Werften mit dem Zusammenarbeiten entfernt gelegener, binnenlä discher Bearbeitungswerkstätten beim Bau von Schwimmdocken ge macht hatte, bei vertiefter Ausbildung dieser Arbeitsweise ei erstklassiges Fabrikat im Bau hochwertiger Frachtschiffe e warten, wobei noch als besondere Vorteile anzusprechen ware daß man in diesem Fall auf der Werft selbst keinen umfan reichen Facharbeiterstamm zu erziehen brauchte, der bei d voraussichtlich starken Beschäftigung unserer schon bestehe den Werften schwer heranzubekommen war, und des weitere daß man die für eine schnelle Inangriffnahme der Schiffsne bauten dringend erforderlichen neuen Werkstätten und Bearbe tungsmaschinen vorerst entbehren konnte und damit unabhängig von der Fertigstellung derartiger Anlagen wurde.

Die lange Dauer des Krieges erschwerte anderseits di Gründung eines neuen, vollkommen auf den Handelsschiffbau ei zustellenden Werftunternehmens, da alle von den Kriegsämte ausgehenden Maßnahmen notwendigerweise darauf hinziele mußten, alle irgend verfügbaren Arbeitskräfte und Baustoffe f Rüstungszwecke auszunutzen. Unter diesen Umständen war ausgeschlossen, eine reine Handelschiffswerft während d Krieges planmäßig aufzubauen. Anderseits mußte das jung Unternehmen möglichst bald nach Beendigung des Krieges d Handelschiffbau in vollem Umfang aufnehmen, sollte es nic andern schon bestehenden Unternehmen einen gewaltigen Vo sprung bei der Hereinnahme von Aufträgen lassen. Auch a

diesem Grunde war es erforderlich, Anlehnung an binnenländische Blechbearbeitungs- und Maschinenbauwerkstätten zu suchen, die bei Einstellung der Rüstungsarbeiten sofort die von der Werft gebrauchten Bauteile liefern konnten.

Nach diesen Gesichtspunkten entstand in einer bisher für deutsche Verhältnisse nicht gekannten Großzügigkeit in den Jahren 1918 bis 1921 in unmittelbarer Nähe Hamburgs auf der alten Elbinsel Finkenwärder ein Schiffbauunternehmen, das unter den deutschen Großschiffwerften mit an erster Stelle steht und durch seine von vornherein vorgesehene Beschränkung auf neuzeitige Antriebmaschinen bereits heute als die führende Motorschiffwerft der Welt anzusprechen ist. (1922 befanden sich im Bau bzw. wurden abgeliefert 17 Motorschiffe mit zusammen 156 600 t Tragfähigkeit und 55 400 PS$_i$.) Daß es trotz Krieg, Revolution, Arbeitsunlust, Streik, Materialknappheit, Gütersperren und Naturgewalten möglich war, dieses Riesenunternehmen in der verhältnismäßig kurzen Zeit auf einer vom Bahnverkehr abgeschlossenen Sandwüste herzustellen und daneben gleichzeitig in erheblichem Umfange Schiffsneubauten durchzuführen (bis Ende 1921 wurden 15 Fahrzeuge mit einer Gesamttragfähigkeit von 34 000 t abgeliefert, weitere 68 500 t sind im Bau), beweist, daß der einmal gefaßte Plan zielbewußt durchgeführt worden ist.

Der endgültige Zusammenschluß der drei Firmen: Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft (AEG), Hamburg-Amerika-Linie (HAL) und Gutehoffnungshütte (GHH) zur Gründung der Deutschen Werft A.-G., Hamburg, im Sommer 1918 war eine glückliche Lösung, weil damit die junge Werft sofort in den ausgedehnten Werkanlagen der GHH in Oberhausen und Sterkrade über geeignete und hervorragende Werkstätten für die Anfertigung und

nach Osten an den Köhlfleth, einen Seitenarm der Elbe, der in seinem nördlichen Teile genügend tiefe und breite Wasserflächen für kleinere Schiffshelgen aufweist. Zwischen Vorland 1 und 2 liegt der Ausrüstungshafen (Kanal *A*), der später, falls erforderlich, durch Hinzunahme des Kanales *C* zwischen dem Vorland 3 und 4 als weiteren Liege- und Ausrüstungsplatzes für Schiffe entlastet werden kann, während durch Auffüllen des Kanales *B* zwischen Vorland 2 und 3 leicht eine Fläche geschaffen werden konnte, die in gerader, 1 km langer Uferfront unmittelbar an den tiefen, hier über 900 m breiten Elbstrom grenzt und so die Möglichkeit bietet, eine große Zahl von Helgen für Schiffe bis zu den größten Abmessungen anzulegen.

Arbeitsplan.

Bei Einrichtung der Werft, die hauptsächlich den Bau hochwertiger Fracht- und Tankschiffe betreiben soll, wurde, entsprechend der Entwicklung der Tramp- und Linienschiffahrt, für die ersten Jahre nach Kriegsende mit Schiffsgrößen von 5000 bis 18 000 t Tragfähigkeit gerechnet. Selbstverständlich durfte hierbei die teilweise Verwendung der Hellinge für andere Schiffsarten und Größen nicht ausgeschlossen sein. Die Anlehnung an die GHH machte es möglich, der Hütte die Bearbeitung des Materials für den geraden mittleren Teil der Schiffskörper zuzuweisen, während auf der Werft selbst Schiffbauwerkstätten für die Materialbearbeitung des Vor- und Hinterschiffes vorzusehen waren. Für die Herstellung der Hauptmaschinenanlagen konnte vorerst auf die Werkstätten der AEG zurückgegriffen werden, dagegen mußte die Fertigung der das Bahnprofil um ein Vielfaches überschreitenden Schiffskessel in eigener Werkstatt vorgenommen

Abb. 2. Lageplan der Deutschen Werft am linken Elbufer.

a Kesselschmiede
b Schweißerei
c Schornsteinbau
d mechanische Werkstätten
e Hauptmagazin
f Hammerschmiede
g Kupferschmiede
h Rohrbiegewerkstatt
i Maschinenzusammenbau
k Elektrikerwerkstatt
l Maschinenschlosserei
m Ausrüstungsmagazin
n Magazinhof
o Schlosserei
p Tischlerei
q Zimmerei, Malerei, Taklerei
r Betriebsverwaltung
s Schiffbauhalle
a_1 Eisenlager
b_1 Magazinschuppen, Holz- und Lokomotivschuppen
c_1 Tischlereimagazin
d_1 Maschinenbauwerkstatt
e_1 Rohrbiegerei, Kupfer- und Hammerschmiede
f_1 Bordmontage
g_1 Ausrüstungsschuppen
h_1 Zimmerei, Magazin, Schlosserei
i_1 Unterkunfts-Baracke
k_1 Klein-Schiffbauhalle
l_1 Holzschuppen und Holzlager
m_1 desgleichen
n_1 Stackmeisterei
o_1 Wohnbarackenanlage
p_1 Schwimmdock
q_1 Kleinhellinge
r_1 Querhellinge

earbeitung des Schiffbaumaterials und in den neuzeitigen Mahinenfabriken der AEG in Berlin über Präzisionswerkstätten r den Bau der Triebturbinen und Ölmaschinen verfügte, wähnd der Wiederaufbauplan der HAL mit seinem großen Bedarf ı Schiffsräumte der jungen Werft für die ersten Jahre reich:h Arbeit sicherte.

Lage.

Bereits im Jahre 1916 pachtete die AEG ausgedehnte ächen des Geländes auf dem linken Elbufer vor der Elbinsel nkenwärder, das in den letzten Jahren durch planmäßiges Aufhwemmen von Baggergut neu gewonnen wurde. Dieses Gende schien für die Anlage einer Großschiffwerft besonders gegnet, da es die Möglichkeit großer Erweiterung bot, an tiefem asser lag, ferner durch die bereits vom Staat vorgesehenen, tief das Gelände reichenden Kanaleinschnitte die Anlage breiter ısrüstungshäfen erleichterte, und weil der Boden für die Grünng großer Helling- und Werkstattanlagen gut war. Ein zwischen eußen und Hamburg geschlossener Vertrag sicherte dem Gende späteren Bahnanschluß an das benachbarte, allerdings noch rch Wasserarme von ihm getrennte Staatsbahnnetz zu.

Das endgültig gepachtete Gelände umfaßt die in Abb. 2 eigten Landzungen Vorland 1, 2, 3 und 4. Es grenzt

werden. Alle übrigen Teile konnten ohne wesentliche Anstände aus der weitverzweigten binnenländischen Sonderindustrie bezogen werden. Soweit möglich und erforderlich, mußte daneben Gelände zweckmäßig freigehalten werden, um die anfänglich außerhalb der Werft hergestellten Teile späterhin selbst fertigen zu können und sich damit unabhängiger zu machen.

Der voraussichtliche Bedarf der Welthäfen an Schwimmdocken machte es erwünscht, auch hierfür einen geeigneten Bauplatz vorzusehen, der gelegentlich auch zu andern Arbeiten herangezogen werden konnte, und schließlich bot die Lage der Werft am Elbstrom eine Gewähr dafür, daß ein Reparaturbetrieb mit eigenen Docken lohnende Arbeit finden würde.

Bebauungsplan.

Bei der Unterteilung der Anlage auf Vorland 1, Abb. 2, das dem Bau kleinerer Schiffe, Reparaturarbeiten und dem Dockbau vorbehalten sein sollte, war darauf Rücksicht zu nehmen, das von der Hütte angearbeitet angelieferte Material möglichst unmittelbar an die zu erbauenden Schiffskörper mit der Bahn heranzuführen, um unnötige Kranarbeit zu vermeiden. Anderseits waren die notwendigsten Werkstätten für den Teil der Baustoffe, der der Werft zur eigenen Verarbeitung verblieb, so nahe wie möglich an die Helgen heranzulegen, wobei jedoch die

zweckmäßige Verteilung der für Reparaturarbeiten bestimmten Werkstätten nicht gestört werden durfte, die in der Nähe des Ausrüstungshafens liegen mußten. Die schmale Form der Landzunge des Vorlandes 1 schrieb daher die Anordnung der sechs Helgen für Schiffe bis zu 120 m Länge, der Dockbau-Doppelquerhelling und der zugehörigen Werkstätten ziemlich zwangläufig vor.

Auf Vorland 2 und 3 lagen die Verhältnisse wesentlich günstiger, da dieser Teil vorerst nur als reiner Montage- und Ausrüstungsplatz dienen sollte. Bei seiner Größe und der erheblichen Verteuerung jeglicher Arbeit durch unnütze Wege war hierbei vor allem die Transportfrage ausschlaggebend für die Unterteilung. Besonders zu berücksichtigen war, daß ein großer Teil des Schiffsmaterials fertig bearbeitet auf der Werft einläuft, anderseits war die spätere Entwicklung eigener Blechbearbeitungswerkstätten nicht außer Acht zu lassen. Das Gleiche gilt für die Herstellung der Maschinenbauwerkstätten, die vorerst entbehrt werden konnten.

Für die Wahl und Anordnung der Helgen war mit Rücksicht auf die zu erwartenden obengenannten Schiffsgrößen maßgebend, daß vor dem für die Helgen zur Verfügung stehenden Elbufer genügend Wassertiefe und Auslauflänge vorhanden war, um den Ablauf der Neubauten senkrecht zum Strom zu ermöglichen und damit die Befestigungen der Uferfront nach Möglichkeit einzuschränken. Anderseits war das Gelände hier tief genug, so daß vor dem Kopf der Helgen noch ein ausgedehntes Zwischenlager für angearbeitete Baustoffe und Vornietplätze sowie die eigenen Schiffbauwerkstätten untergebracht werden konnten. Mit Rücksicht hierauf wurden zunächst drei Doppelhellinge geplant, die bei 50 m lichter Breite die Möglichkeit bieten, zwei Schiffe bis zu 21 m Breite nebeneinander oder drei Schiffe bis zu 13 m Breite nebeneinander und zu je zweien hintereinander, also sechs Stück auf einer Doppelhelling zu stapeln. Dabei blieb die Möglichkeit offen, durch Ausnutzung einer Doppelhelling für einen einzigen Neubau Schiffe von den größten Abmessungen herzustellen. Die normale Länge der Helgen wurde hierbei auf 180 m festgelegt und für das Zwischenlager am Kopf der Helling eine Tiefe von 100 m vorgesehen, die, durch mehrere Gleisstränge unterteilt, genügend Lagerplatz bietet, um die von der Hütte angearbeitet anrollenden Bauteile schiffsweise übersichtlich und bequem erreichbar zu stapeln. An das Zwischenlager nach Süden hin anschließend, war die Schiffbauhalle vorzusehen und dahinter das Lager für unbearbeitete Platten und Profile, sodaß sowohl für die einbaufertigen Lieferungen als auch für die auf der Werft selbst zu bearbeitenden Baustoffe der Weg vom Lager ins Schiff der denkbar kürzeste ist.

Für die Anordnung der Ausrüstungswerkstätten am Westufer des noch zu verbreiternden Kanals *A* war die Überlegung maßgebend, die Schiffe nach erfolgtem Stapellauf im Ausrüstungskanal vom Südende aus an den Werkstätten entlang laufen zu lassen, bis sie am Nordende, fertig zur Probefahrt ausgerüstet, die freie Elbe erreichen. Dementsprechend war folgende Reihenfolge zu wählen: Kesselschmiede *a*, Schweißerei *b*, Schornsteinbau *c*, mechanische Werkstatt *d*, Hauptmagazin *e*, Hammerschmiede *f*, Kupferschmiede *g*, Rohrbiegewerkstatt *h*, Maschinenmontage *i*, Elektrikerwerkstatt *k*, Maschinenschlosserei *l*, Ausrüstungsmagazin *m* mit Hof *n* für Schwergewichte, Schiffbauschlosserei *o*, Tischlerei *p*, Zimmerei, Malerei, Taklerei *q*, Betriebsverwaltung *r*. Das Kanalufer selbst, das mit feststehenden und fahrbaren Schwerlastkranen auszurüsten war, war durch eine senkrechte Ufermauer für ein dichtes Heranlegen der Schiffe einzurichten.

Die Größe des Geländes ermöglichte es, von vornherein alle Werkstätten zu ebener Erde zu errichten und für einzelne derselben anschließende Erweiterungen vorzusehen.

Das Gelände südlich der Schiffbauhalle (*s*) und westlich von den Ausrüstungswerkstätten bietet eine genügend große und gut aufteilbare Fläche für die spätere Errichtung eigener Maschinenbauwerkstätten und anderer erforderlicher Betriebe.

Aufbau der Werft.

Die wachsende Verschärfung des U-Boot-Krieges und seine Anforderungen an die deutschen Werften für Neubau und Instandhaltung der Boote bewogen die Werftleitung, kurz nach der Gründung im Sommer 1918 dem Reichsmarineamt den Plan einer Reparaturstelle auf der Deutschen Werft vorzulegen, der von den Behörden gebilligt wurde. Es konnten so trotz Fortganges des Krieges immerhin Werkstätten behelfsmäßig auf Vorland 1 eingerichtet und bereits Anfang November 1918 dem Betrieb übergeben werden, sie konnten aber nicht mehr für die Zwecke der Rüstungsindustrie arbeiten, da es gerade in diesem Zeitpunkt zum Waffenstillstand kam.

Sofort wurde der ursprüngliche Werftentwurf wieder aufgegriffen, und zwei bereits bei der GHH im Material vorgearbeitete, von der Marineleitung bestellte Schwimmdocke von je 4200 t Tragfähigkeit konnten schon am 24. Dezember 1918 als erste Neubauten auf der inzwischen fertiggestellten Dockbauhelling auf Vorland 1 auf Stapel gelegt werden. Der Bau der sechs in Holz gegründeten Kleinschiffshelgen auf Vorland 1 mit hölzernen Kranbrücken zwischen den einzelnen Helgen wurde sofort in Angriff genommen. Außerdem wurde ein bis dahin von der Marine benutztes Dock von 4000 t Tragfähigkeit gekauft, welches der Werft sofort eine größere Zahl umfangreicher Ausbesserungen zuführte. Die teilweise schon für die U-Boot-Ausbesserung fertiggestellten hölzernen Löschbrücken am Ostufer des Kanals *A* dienten hierbei als Liegeplätze. Die Werft fand demnach fast mit Beginn des Aufbaues Arbeitsgelegenheit, so daß ein Arbeiterstamm herangezogen werden konnte.

Gleichzeitig wurden die umfangreichen Anlagen des Vorlandes 2 in Angriff genommen. Für die auf den Helgen zu erbauenden Schiffsgrößen wurde eine schwere Gründung gewählt, die auf einem dichten Netz tief eingerammter Eisenbetonpfähle ruht. Die eigentlichen drei Hellingssohlen wurden mit etwa 1 m dicken Eisenbetonplatten über den Köpfen der Pfähle versehen, die eine Neigung von 1 : 21 erhielten. Diese Gründung erfolgte bis zur vollständigen Abbindung aller Betonmassen im Trockenen hinter dem ursprünglich vom Hamburger Staat in Stein und Faschinenschüttung hergestellten Ufer. Mit den bei den Gründungen vom Gelände abzutragenden Bodenmassen wurde der Kanal *B* aufgefüllt und damit wertvolles Baugelände gewonnen.

Als Krananlage kam für die gewählte Anordnung der Helgen und des Zwischenlagers nur ein überbautes Hellinggerüst mit Deckenlaufkranen oder eine Kabelkrananlage mit Laufkatzen in Frage. Alle übrigen sonst bisher ausgebildeten Hellingkrananlagen schieden für die Materialzufuhr vom Kopf der Helling infolge ihres Mißverhältnisses zwischen dem Gewicht der Tot- und Nutzlast als zu unwirtschaftlich von vornherein aus. Die endgültige Wahl einer Hellingkabelkrananlage erfolgte hauptsächlich aus folgenden Gründen:

Wirtschaftlichkeit. Das Verhältnis Totlast zur Nutzlast ist für die Kabelkrananlage etwa mit 0,275 zu veranschlagen, während das gleiche Verhältnis bei einer Ausführung als Deckenkrananlage bei sonst gleicher Tragfähigkeit den Wert 5 erreicht.

Eisenbedarf. Die Kabelanlage kommt mit etwa ⅙ des Gewichtes einer überbauten Hellinganlage aus.

Bauzeit. Entspricht ungefähr dem Eisenbedarf.

Gestehungskosten: Betragen etwa ⅔ derjenigen einer überbauten Hellingkrananlage.

Montage. Infolge der nur am Kopf und Fuß der Helling hochzuführenden Traggerüste bleibt die Helling während der Montage der Kabelkrananlage völlig unbehindert. Es wurde so ermöglicht, daß gleichzeitig die Helgen hergestellt, mit vorläufigen

Abb. 3 bis 5. Großschiffshelling, Vorland 2.

wasserseitiges Tor

landseitiges Tor

ransport- und Hebemitteln die Stapel und Kiele der ersten hiffe errichtet bzw. gelegt und außerdem die Kabelkrananlage sgeführt werden konnte. So wurde die erste Hellingbrücke im ärz 1920 hochgezogen und die fertige Kabelkrananlage im Sepmber 1920 in Betrieb genommen, während der erste Kiel auf r Großschiffshelling schon im Juli 1920 gelegt wurde.

Die auf je vier feststenden Pfeilern ruhenden, in wa 40 m über Hellingflur ngenden Brückenträger der nd- und wasserseitigen senkonstruktion, Abb. 3 bis sind durch 24 Seilbahnen n je 280 m Spannweite mit nander verbunden, wobei les Tragkabel eine Katze n 4 t Tragkraft trägt. Die igriffspunkte der Seile lien auf der Landseite 50,95 m, f der Wasserseite 42,65 m über Unterkante Helling, so daß die ıfuhr des Baustoffes vom Zwischenlager ins Schiff fast ohne raftverbrauch auf schiefer Ebene ungefähr parallel der Hellingigung erfolgt. Bei der großen freitragenden Länge von 280 m ngen die Tragkabel bei voller Belastung in der Mitte nur m durch, und der hierbei auftretende Seilzug von je 43 t r die Kabelbahn wird an jedem Pfosten durch eine schräg nach ıten führende, feststehende Strebe aufgenommen, Abb. 3. Die edienung der Katzen erfolgt von der landseitigen Brücke aus, e neben den Führerhäusern auch noch die 24 je 12,5 t schweren ektrisch betriebenen Hub- und Fahrwerke für jede einzelne abelbahn tragen.

Für die Bearbeitung des Schiffbaumaterials auf der Deuthen Werft wurde eine vierschiffige Werkstatt errichtet, Abb. 2, und 5. Jede Abteilung hat 24 m Breite und 110 m Länge. Die er verarbeiteten Platten und Profile kommen aus einem südlich r Werkstatt gelegenen Lager und werden mit Laufkran an den arbeitungsmaschinen vorbei durch die Werkstatt hindurch leitet.

Fast gleichzeitig mit diesen Anlagen wurde die Kesselhmiede und eine neue Eisenbeton-Ufermauer in etwa 40 m ostand von der alten Kanaluferböschung über einer Eisentonpfahl-Spundwand errichtet. Während diese Anlagen ausführt wurden, wurden gleichzeitig die ersten Schiffsneuuten auf der ersten östlichen Großschiffshelling aus dem von r Hütte angearbeitet angelieferten Material zusammengebaut. Im rbst 1920 wurde das alte Ufer vor den Großhelgen durch Baggeng beseitigt und damit den ersten Großschiffsneubauten der eg zur Elbe freigegeben. Die weitere um die Nordostecke des orlandes 2 herum in den Kanal *A* einschneidende Baggerung gte weiterhin die fertiggestellte Ufermauer frei, wodurch die eite des Ausrüstungskanals von 80 auf 120 m vergrößert und ine Tiefe auf einen mittleren Wasserspiegel von 7 m über Kanalhle gebracht wurde.

Ein im Herbst 1920 vom Reich erworbener Turmdrehkran, ob. 6, der für die Seeflugstation Norderney bestellt war, aber inge des Kriegsendes nicht mehr für den vorgesehenen Zweck nutzt werden konnte und in den Werkstätten der Demag fertig r Aufrichtung bereit lag, war mit Rücksicht auf seine Tragigkeit, große Ausladung und Höhe für die Zwecke der Werft t geeignet. Allerdings schien es wünschenswert, die Tragfähigit, die bei 50 m Ausladung zu 50 t vorgesehen war, für die f der Werft voraussichtlich zu bewegenden Höchstlasten auf t zu erhöhen. Die hierfür erforderlichen Verstärkungen der nstruktionsteile waren bis Frühjahr 1921 bei der Demag erigt, so daß der Kran nach Fertigstellung der Gründungen der Ufermauer sogleich aufgestellt werden konnte, was in

Abb. 6. Turmdrehkran.

glatter Folge ohne Zuhilfenahme fremder Krane durchgeführt wurde. Damit konnten bereits im Oktober 1921 die von den Helgen des Vorlandes 1 und 2 zu Wasser gelassenen ersten Schiffsneubauten mit angelieferten Schiffsmaschinen und den in eigener Werkstatt fertiggestellten Kesseln ausgerüstet werden.

Neben diesen für das erste Bauprogramm der Werft notwendigsten Anlagen waren inzwischen auch die für den Betrieb der Helgen erforderlichen Hilfsanlagen, Antrieb- und Bearbeitungsmaschinen, insbesondere eine Preßluftanlage mit weitverzweigtem Rohrnetz, beschafft und in Betrieb genommen.

Im Gegensatz zur Helling, den Hellingkabelkranen, der Schiffbauhalle und Ufermauer, die vollkommen neu anzufertigen waren, konnte für die schnelle Errichtung der übrigen Großwerkstätten auf am Markt fertig vorrätige Eisenbauten, die für den neuen Zweck nur unwesentlich abzuändern waren, zurückgegriffen werden. Insbesondere wurden die durch das Kriegsende frei gewordenen eisernen Flugzeughallen bei der Anlage einfacherer, ohne Deckenkrane einzurichtender Werkstätten und Magazine verwendet Abb. 7. Die Stützenentfernung dieser Hallen war infolge der leichten Dachkonstruktion sehr groß gehalten und ließ in der Ausnutzung der Werkstattflur freie Wahl. Durch Gegenüberstellung je zweier Flugzeughallen und Verbindung durch ein neu zu bauendes Mittelschiff ergab sich eine glückliche Lösung für die Anlage geräumiger und auch heller dreischiffiger Arbeitshallen (Blechbearbeitungswerkstatt, Hauptmagazin, Ausrüstungsmagazin, Schlosserei, Zimmerei).

Die Ausführung aller Werkstätten zu ebener Erde ermöglichte es, der ganzen Anlage auch architektonisch ein einheitliches Gepräge zu geben. Das mit wenigen Ausnahmen in rotem Backsteinbau in gerader Linienführung hochgeführte Mauerwerk, dessen Flächen durch helle Fenster und Tore unterbrochen und dessen Simse von blauen Regentraufen gekrönt sind, trägt nicht unwesentlich zu einem gewaltigen Eindruck der Anlage bei.

Bisher sind von dem auf Vorland 1, 2, 3 und 4 zur Verfügung stehenden Gelände von 1 015 000 m² insgesamt 64 200 m² mit überdachten Werkstattanlagen bebaut, während alle von Kranen bestrichenen, im Freien gelegenen Flächen einschließlich der Hellinge zusammen 382 400 m² umfassen. Für die Ausrüstung der Schiffe stehen außer dem 75 t-Kran noch mehrere fahrbare Uferkrane mit Tragfähigkeiten von 7,5 bis 15 t an beiden Kanalufern zur Verfügung. Die z. Zt. (im Herbst 1922) auf der Werft in Betrieb befindlichen 113 Krane haben eine Gesamt-Hubkraft von 600 t und werden mit Ausnahme einiger Dampf-Hofkrane durchweg mit Drehstrom betrieben. Für den Antrieb der 660 Bearbeitungsmaschinen, der nach Möglichkeit als elektrischer Einzelantrieb ausgebildet wurde, wurden 300 Motoren mit einer Gesamtleistung von 3000 PS verwendet.

Kraftversorgung.

Durch den schnellen Aufbau der Werft bei gleichzeitiger Fabrikation wuchs der Kraftbedarf von Tag zu Tag. Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit, eine den laufenden Anforderungen genügende Kraftzentrale sofort zu beschaffen, griff man auf die Strombelieferung durch die Hamburger Elektrizitätswerke zurück. Der Gefahr einer von außen beeinflußten Stillegung des Betriebes bei Streiks oder mangelhafter Kohlenbelieferung der städtischen Werke wird man durch spätere Erbauung einer eigenen Zentrale begegnen können.

Für den Betrieb der zur Warmbehandlung des Schiffbaumaterials erforderlichen Glühöfen ist eine Generatorgasanlage neben der Schiffbauhalle errichtet worden; die übrigen in den Werkstätten verteilten Glüh- und Härtöfen werden mit Öl geheizt.

Abb. 7 u. 8. Eiserne Flugzeughalle als Werkstätte.

Ein mit den städtischen Elektrizitätswerken abgeschlossener Liefervertrag sichert der Werft vorerst eine laufende Belieferung mit hochgespanntem Kraftstrom bis zu einer Höchstentnahme von 3000 kW zu, der mit 6000 V den größeren Antriebmotoren von über 100 PS Einzelleistung unmittelbar zugeführt wird. Der Strom der kleineren Motoren wird auf 500 V Drehstrom und der des Beleuchtungsnetzes auf 220 V Drehstrom umgeformt.

Für die bei der Ausführung von Neubauten und Ausbesserungen in großem Umfang erforderliche Preßluft ist auf Vorland 1 und 2 je eine große Erzeugungsanlage errichtet, die vorerst mit einer stündlichen Leistung von 110 bis 225 m³ bei einem Druck von 8 at den Kraftluftbedarf befriedigt und durch ein 6,8 km langes Rohrnetz unmittelbar an die Verbrauchstellen heranführt.

Eine eigene Sauerstoffanlage mit einer stündlichen Leistung von 55 m³ versorgt in Verbindung mit einer ortfesten Azetylenanlage von 35,5 m³/h Leistung die verschiedenen Verbrauchstellen der Werft, wobei die Brenngase in einem umfangreichen Flaschenpark aufgespeichert und teilweise den Gebrauchstellen unmittelbar zugeleitet werden.

In der Kesselschmiede dient ein hydraulischer Akkumulator zur Erzeugung des Preßdruckes für die Herstellung schwerer Nietverbindungen.

Verkehrsverhältnisse.

Die Lage der Werft mit einem 5,5 km langen Ufer (davon 1,5 km am freien Elbstrom) ist für jeden auf dem Wasserwege zu erledigenden Güterverkehr besonders gut geeignet, Abb. 9.

Bahnanschluß war für das Gelände durch die eingangs erwähnte vertragliche Regelung zwischen Hamburg und Preußen in Aussicht gestellt, jedoch zogen sich die endgültigen Entscheidungen in dieser Angelegenheit infolge der finanziellen Schwierigkeiten bei derartigen Entwürfen bis in die neueste Zeit hin, so daß die Werftleitung inzwischen andere Zufahrtwege suchen mußte. Die Aufschließung weiteren Hafengeländes westlich vom Köhlbrand hatte schon vordem den Hamburger Staat gezwungen, zum Übersetzen der auf dem Güterbahnhof Hamburg-Süd eintreffenden Eisenbahnwagen über den Köhlbrand zwei Fährschiffe in Dienst zu stellen. Es wurde daher mit dem Staat ein Abkommen getroffen, daß bis zur Fertigstellung der geplanten Anschlußbahn nach Harburg die Zuführung der für die Deutsche Werft eintreffenden Eisenbahnwagen mittels dieser Fährschiffe vom Köhlbrand über den freien Elbstrom flußabwärts zu einer am Köhlfleth neu errichteten Fährnische erfolgen sollte. Leider litt diese Verbindung stark unter Sturm, Nebel, Eisgang und Betriebstörungen der Fährschiffe und genügte daher den mit dem Aufbau der Werft sich ständig vergrößernden Anforderungen bald nicht mehr. Die Werftleitung entschloß sich deshalb schon im Herbst 1920, eine eigene 3 km lange Bahnlinie mit fester Brücke über den Köhlfleth zu errichten, die, von den Gleisanlagen der neuen Walthershofer Hafenbecken abzweigend, immerhin noch für die Zustellung der Eisenbahnwagen auf den Fährschiffbetrieb über den geschützter gelegenen Köhlbrand angewiesen ist.

Das Gelände der Werft erhielt ein weitverzweigtes Schienennetz. Die Unterteilung von Vorland 1 und 2 durch je eine Hauptstraße parallel zu Kanal *A* und die an den Kanalufern vorgesehenen breiten Uferstraßen, Abb. 2, ermöglichten es, daß bei den zwischen diesen Straßen angeordneten Werkstatthallen die Bahn an zwei Seiten herangeführt werden konnte. Besonders weitgehend wurden die vor den Helgen gelegenen Lagerplätze durch Gleisstränge aufgeteilt, um ein leichtes Heranschaffen, übersichtliches Lagern und leichtes Austauschen der Bauteile zu gewährleisten. Drehscheiben wurden bis auf drei unvermeidliche, aber seltener benutzte Stellen unter größter Ausnutzung der kleinstzulässigen Krümmungshalbmesser der Gleisstrecke vermieden. Das Werftgleisnetz ist insgesamt 23 km lang, wozu noch weitere 5,3 km in russischer Spur kommen.

Für die Heranführung größerer Arbeitermassen unter gleichzeitiger Aufschließung neuer Wohnviertel in unmittelbarer Nähe der Hafenanlagen durfte bei Werftgründung mit dem damals im Bau begonnenen Hochbahnentwurf gerechnet werden. Dieser Plan bezweckt einen Anschluß von Finkenwärder an das städtische Hochbahnnetz und sieht eine neue im Süden um die Hafenbecken führende Linie vor. Leider fehlten aber für die Weiterführung dieser Hochbahn nach dem Kriege die Mittel, was mit Rücksicht auf die gesamte, im Hafengebiet ansässige Industrie und die in ihr werktätige Bevölkerung zu beklagen ist.

Die in der Hauptsache im Nordosten Hamburgs wohnenden Arbeiter werden daher durch die mit staatlichem Monopol betriebenen Fährdampfer der Hafendampfschiffahrts-Gesellschaft, die durch Einstellung neuer großer Dampfer der steigenden Arbeiterzahl gerecht zu werden suchte, zur Arbeitstätte gebracht.

Abb. 9. Verkehrswege zu den Anlagen der Deutschen Werft in Hamburg.

Arbeiterverhältnisse.

Mit dem raschen Aufbau der Werft wuchs auch entsprechend der steigenden Bautätigkeit an Schiffen die Belegschaft, wie folgende Zahlentafel zeigt:

1918 in Bau:	4 200 t,	Belegschaft Ende 1918:	1000 Mann
1919 „ „	8 400 „	„ „ 1919:	1500 „
1920 „ „	77 600 „	„ „ 1920:	3500 „
1921 „ „	102 200 „	„ „ 1921:	6000 „

Die Heranziehung der erforderlichen Arbeitskräfte machte bei der nach dem verlorenen Krieg einsetzenden Arbeitlosigkeit keine Schwierigkeiten, um so weniger, als die Mehrzahl der Arbeitlosen bei der Fabrikationsweise der Werft zu ihrer neuen Tätigkeit schnell herangebildet werden konnte. Die Erziehung eines tüchtigen Facharbeiterstammes wurde daneben mit Erfolg betrieben.

Um tüchtige Facharbeiter noch enger mit ihrer Arbeitstelle zu verbinden, schuf die Werft, ungeachtet der Kosten, auf einem südlich des Werftgeländes abgeteilten Streifen eine Arbeitersiedlung, die in ihrem bisherigen Ausbau 134 Wohnungen aufweist, die den Arbeitern zu bevorzugten Mieten zur Verfügung gestellt werden. Jede Wohnung besteht aus Wohnküche und 1 bis 2 Stuben zu ebener Erde und darüber liegenden 2 Schlafkammern und bietet so jedem Anwohner die Annehmlichkeiten eines eigenen Hauses mit zugehörigem Garten. Weiteres Gelände für derartige Zwecke ist bereitgestellt. Durch eine baldige Lösung der Groß-Hamburg-Frage steht zu hoffen, daß das ausgedehnte Gelände der Insel Finkenwärder, Neuhof und Wilhelmsburg in nächster Zukunft in großem Maßstab zur Ansiedlung einer größeren Industriebevölkerung erschlossen wird.

In einer Zeit sozialpolitischer Umwälzungen entstand, konnte die Werftleitung bisher den Betrieb ohne nennenswerte Schwierigkeiten durchführen und blieb vor Streiks der eigenen Belegschaft so gut wie verschont.

Fabrikationsweise.

Bei der Wahl der Schiffsformen und der Anordnung der Konstruktionsteile war von vornherein auf das Zusammenarbeiten zwischen Werft und Hütte (Gutehoffnungshütte) weitestgehende Rücksicht zu nehmen. Langes paralleles Mittelschiff mit geradem Schiffsboden, senkrechten Tankseitenplatten, kreisrunder Kimm, geraden Spanten und sprunglosen Decken waren grundlegend bei der Entwicklung der verschiedenen Schiffsarten, die in Größen von 2000, 4000, 6000 und 8000 t Tragfähigkeit im Entwurfe vorbereitet wurden.

Die für die Eisenbearbeitung erforderlichen Zeichnungen und Einzelheiten waren von der Werft an die Hütte in einer bisher im Schiffbau nicht bekannten Ausführlichkeit mit maßstäblichen Einzelangaben über Nietentfernung, Ausschärfungen usw. zu liefern und erforderten eine gegenüber der alten Bauweise nicht unerhebliche Mehrarbeit im Konstruktionsbureau. Insbesondere war bei der Verteilung der Außenhaut-, Tank- und Deckplatten auf n-

ichst gleiche Plattenabmessungen und gleiche Nietverteilung auf enselben Rücksicht zu nehmen, damit die mehrspindeligen Bohr-aschinen in den Werkstätten der Hütte bei der paketweisen Be-rbeitung gleicher Platten in einem Bohrgange nach vorher genau ach Zeichnung angefertigten Schablonen arbeiteten und damit die Mehrarbeit des Bureaus um ein mehrfaches wieder ausgeglichen verden konnte.

Da die Anfertigung der Bauteile in der Hütte und der Ver-and gewöhnlich in anderer Reihenfolge vor sich geht wie der Ein-au auf der Werft, so war für die Bezeichnung aller Bauteile in Zeichnung und endgültiger Ausführung eine wohl durchdachte Unterteilung erforderlich, um auf der Werft die einzelnen Bauteile chiffsweise aussondern und stapeln zu können, besonders wenn gleichzeitig mehrere gleichartige Schiffe ausgeführt werden.

Soweit es der Zusammenbau auf der Helling und der Trans-ort auf der Bahn zulassen, werden einzelne Bauteile fertig mit-inander vernietet angeliefert, z. B. Kimmstützplatten mit Garnier-inkeln, Bodenwrangen mit Kopf- und Fußwinkeln, ganze Scher-töcke usw.

Für die Werft selbst bleibt an reiner Schiffbauarbeit nur noch er Zusammenbau aller dieser Teile und die eigene Anfertigung es Vor- und Hinterschiffes mit den doppelt gekrümmten Flächen brig. Hier wird auf möglichste Vereinfachung ebenfalls weitest-ehend Rücksicht genommen. Auch war es möglich, durch weit-ehende Einzelarbeit im Konstruktionsbureau die Holzarbeiten in er Werkstatt und an Bord einheitlich auf Massenfertigung ein-ustellen.

Die Tragfähigkeit der Hellingkabelkrananlage, die durch Kupplung benachbarter Katzen bis zu vier Stück Stückgewichte bis u 16 t auf einmal zu bewältigen gestattet, wird beim Einsetzen anzer Schotten und Heckkonstruktionen, die auf dem Verniet-latz fertig zusammengebaut und vernietet sind, nach Möglichkeit usgenutzt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die neue Her-ellung in jeder Hinsicht den an sie gestellten Erwartungen n bezug auf Wirtschaftlichkeit, Schnelligkeit und Genauigkeit der auausführung voll entsprochen hat. Infolge genauer Maß- und chablonenarbeit wird eine Güte der Ausführung gerade an den eilen des Schiffskörpers gewährleistet, wo an die Festigkeit nd Abdichtung der miteinander verbundenen Teile die größten nforderungen gestellt werden müssen, wie sie bisher im deut-hen Frachtschiffbau nicht entfernt erreicht wurde; so können ietlöcher an den Kreuzungen einzelner Nietreihen (z. B. Spant it Außenhautnaht) selbst bei mehrfachen Materialstärken über-nander ohne Aufdornen und Aufreiben vernietet werden, was ach dem alten Verfahren nicht denkbar ist, bei dem die richtige age jedes einzelnen Nietloches unter anderm vom genauen bertragen der Nietlochmitten auf das dem Schwinden unter-orfene Mallholz und weiterhin von der Ruhe und Geschicklich-eit des die Lochstanze bedienenden Mannes abhängig ist.

Auch die Schiffsmaschinen waren auf eine neue Art zu be-haffen. Insbesondere mußte für den Antrieb auf Maschinen-pen zurückgegriffen werden, die, in bester Werkstattarbeit her-estellt, für die Zuverlässigkeit im Bordbetriebe volle Gewähr ten; denn die junge Werft konnte nur dann mit Bestimmtheit if anhaltenden Erfolg rechnen, wenn irgendwelche Rückschläge folge Verwendung von noch nicht erprobten Erstlingsausführun-n von vornherein ausgeschaltet wurden.

Die der Werft nahestehende AEG hatte bereits langjährige fahrungen im Bau von Triebturbinenanlagen aus den an die riegsmarine gelieferten Bordanlagen; insbesondere war für die erstellung der empfindlichen Getriebe ein einwandfreies Ver-hren entwickelt worden. Für das Gebiet der Ölmaschinen stand r Werft durch die Deutsche Ölmaschinen-Gesellschaft m. b. H. in der Deutschen Werft nahestehendes Unternehmen) die Mög-hkeit der Auswertung der Patente der Firma Burmeister Wain, Kopenhagen, für eine langsam laufende Viertakt-aschine offen, die, durch jahrelangen Bordbetrieb bestens er-obt, sich das Zutrauen vieler Reeder erworben hat. Für ge-entliche Verwendung von Kolbenmaschinenantrieb hatte die erft in den Schiffsmaschinen der GHH eine altbewährte Bau-t an der Hand.

Für den schnellen Wiederaufbau galt es, die Zahl der Maschi-narten möglichst zu begrenzen, besonders war es durch zweck-äßige Festlegung des mittleren indizierten Druckes bei den vor-sehenen Ölmaschinen möglich, für Schiffsgrößen von etwa 4000 s 9000 t Tragfähigkeit mit einer Maschinengröße in Ein- oder veiwellenanordnung und mit Schrauben auszukommen, die durch odellversuche erprobt wurden. Bereits im Frühjahr 1919 konn-n bei der AEG mit Rücksicht auf die voraussichtliche Ent-cklung des Motorschiffbaues auf der Deutschen Werft 20 gleiche maschinen von je 1550 PS_i bestellt werden, denen späterhin itere Aufträge auf Maschinenserien größerer Leistung folgten.

Auch bei den Turbinenanlagen konnte durch Festlegung der undrehungen des Propellers, des Übersetzungsverhältnisses des triebes und Festlegung des Betriebsdruckes eine Vereinheit-hung in den Abmessungen der Maschinensätze eintreten, so daß ne Reihe von zehn gleichen Maschinen bestellt werden konnte.

Mit diesen Maßnahmen sicherte sich die Werft alle Vorteile ner bis dahin im Schiffsmaschinenbau unbekannten Massen-stellung, und die gesamten Teile verbürgen leichteste Aus-tauschbarkeit aller Ersatzteile, die für etwaige Reparaturen ver-wendungsbereit gehalten werden.

Vereinheitlichungen wurden weiterhin bei der Durchbildung von Drucklagern, Wellenlagern und einzelnen Hilfsmaschinen durchgeführt.

Alle von der AEG bzw. GHH gelieferten Maschinenanlagen werden vor Ablieferung einer eingehenden Dauerprobe unter Vollast unterworfen, so daß nach Einbau an Bord, der unter Leitung von geschulten Leuten der Firmen durch die Werft vor-genommen wird, mit einem einwandfreien Arbeiten gerechnet werden kann.

Die von der Werft in eigener Fabrikation zu erstellenden Kessel, die nach einheitlichen Gesichtspunkten durchgebildet wur-den, waren mit Rücksicht auf die gewählten Hauptmaschinentypen verhältnismäßig leicht auf wenige Bauarten zu beschränken. Be-sondere Aufmerksamkeit wurde der wahlweisen Anwendung von Kohlen- und Ölfeuerung geschenkt, und es gelang der Werft, eine ihr patentamtlich geschützte Feuerungsvorlage zu entwickeln, die ein schnelles Umschalten von Kohlen- auf Ölfeuerung und umgekehrt ermöglicht. Diese Vorlage wird von der Werft einbau-fertig auf Vorrat hergestellt.

Für die übrigen maschinellen Anlagen der Schiffe und ihre Ausrüstung konnte auf die Erzeugnisse einer weitverzweigten In-dustrie zurückgegriffen werden. Derartige Aufträge wurden gleich-falls dadurch vereinheitlicht und verbilligt, daß man die Gegen-stände reihenweise beschaffte.

Erzeugnisse.

Bis Ende 1922 konnten von den im Betriebe Finkenwärder aufgelegten Bestellungen 32 Schiffe mit einer Gesamt-Tragfähig-keit von über 115 000 t zur Zufriedenheit der Besteller bei glattem Verlauf der Probefahrten übergeben werden, und ihre inzwischen erfolgte ununterbrochene Indiensthaltung durch län-gere Zeiträume hindurch hat den vollgültigen Beweis erbracht, daß die neu beschrittenen Wege in der gemeinschaftlichen Her-stellung durch die DW, GHH und AEG zu hochwertigen Schiffen geführt haben, die den Vergleich mit Erzeugnissen alteingesessener Werften mit weithin bekanntem Namen nicht zu scheuen brauchen.

Die starke Betonung der Werft als reiner Zusammenbauplatz und das noch zur Verfügung stehende große freie Gelände lenkten zwangläufig technische Sonderaufgaben nach der Werft. So er-hielt die Werft im Sommer 1921 einen Auftrag auf Umstellung und Verladung von 700 in Deutschland erbauten, neuen, für Rußland bestimmten Lokomotiven, wobei der eben fertiggestellte 75 t-Kran bei der Verladung reichlich Arbeit erhielt. Der strenge Winter 1921/22 machte es zu vorübergehendem Einlagern zahlreicher Loko-motiven erforderlich, ausgedehnte Gleisanlagen russischer Spur auf dem Gelände der Deutschen Werft zu verlegen, die auch später beim Zusammenbau von 2000 Drehgestellen für Kesselwagen für Südrußland gleichfalls verwendet wurden.

Lokomotivkessel der deutschen Reichsbahn werden von der Deutschen Werft in großer Anzahl hergestellt und ausgebessert, ferner ist zur Ausnutzung der vorhandenen Anlagen für elektri-sche und autogene Schweißung die Massenfabrikation eiserner Fässer aufgenommen worden.

Schließlich ist auch ein größerer Abwrackbetrieb eingerichtet worden.

Sonstige Anlagen.

Während für die vorbereitenden Arbeiten für Werftplanung und erste Entwürfe mit einem im Stadtinnern gemieteten kleineren Bureau auszukommen war, gab der Kauf des gegenüber dem Werftgelände auf dem rechten Elbufer erhöht gelegenen ehemaligen Parkhotels, Abb. 9, nahe der Parkstraße, nach Umbau die Möglichkeit, dem Umfange des anwachsenden Betriebes ent-sprechende Bureauräume in unmittelbarer Nähe der Werft zu beschaffen, die, durch den Elbstrom getrennt, den Vor-teil boten, trotz der weit vor den Toren Hamburgs be-findlichen Lage der Werft immerhin in unmittelbarer Fühlung mit der Stadt zu bleiben. Vorortbahn, Straßenbahn und Kraft-fahrzeug-Verkehr stellen die laufenden Verbindungen mit der Stadt her, während für den Betrieb ein umfangreicher Barkassen-verkehr auf der Elbe unterhalten wird. Um einigen Beamten eine Wohnung in der Nähe ihrer Arbeitstelle zu bieten, schuf die Werft in der Nähe des Bahnhofs Othmarschen eine Siedlung, Abb. 9.

Dem großen Umfange der Belegschaft entsprechend, wurde die Lehrlingausbildung gefördert und eine eigene Krankenkasse er-richtet. Ein umfangreicher Sicherheitsdienst sorgt für die Ord-nung auf dem ausgedehnten Gelände, das seine Zugänge für die auf Vorland 1 tätige Belegschaft an der Südostecke und für die auf Vorland 2 beschäftigten Arbeiter an der Nordspitze des Aus-rüstungsufers hat.

Angliederung der Hamburger Werft.

Die Betriebsanlagen der Deutschen Werft wurden im Anfang 1920 durch Übernahme der Hamburger Werft A.-G. vermehrt, die, wie eingangs erwähnt, von den gleichen Werken gegründet wurde und unter der Bezeichnung Deutsche Werft, Betrieb Tollerort, weitergeführt wird — im Gegensatz zu der bisher beschriebenen Anlage Deutsche Werft, Betrieb Finkenwärder. Auch bei diesem Betriebe, der über vier Neubauhelgen für Schiffe bis zu 120 m Länge verfügt, wurde die neuartige Herstellungsweise der Schiffe nach Möglichkeit eingeführt. Der Betrieb Tollerort hat bisher

11 Schiffe mit insgesamt 54 000 t Tragfähigkeit abgeliefert. Die Lage dieses Werftbetriebes im inneren Hafengebiet eignet sich besonders für die Durchführung von Schiffsausbesserungen, weshalb der Schwerpunkt des Ausbessergeschäftes nach dem Zusammenschluß beider Werften nach Tollerort verlegt wurde. Außer dem vorhandenen Dock von 4000 t Hubkraft ist ein weiteres Dock von 8000 t Hebekraft vorgesehen, das im Betriebe Finkenwärder vor der Vollendung steht.

Rückblick und Ausblick.

Trotz der mit Ausbruch der Revolution einsetzenden Arbeitsunlust und Streiklust, Materialknappheit, Bahn- und Gütersperren und damit zusammenhängender erheblicher Verzögerung aller geplanten Bauten war es doch möglich, die Anlagen der Werft zeitlich so fertigzustellen, daß sie mit den in Bau befindlichen Schiffen ungefähr Schritt hielten, so daß der ursprünglich festgelegte Aufbau- und Schiffsneubau-Plan ohne wesentliche Anstände durchgeführt werden konnte.

Leider nahm der Krieg einen für Deutschland über alles Erwarten unglücklichen Ausgang, und die sich hieraus ergebenden Auswirkungen blieben auch für die Werft nicht ohne Folge. Konnte auf Grund des noch im Kriege unter Ballins Führung geschaffenen Reichsentschädigungsgesetzes bei der Wiederherstellung verlorener deutscher Schiffsräume mit einer erheblichen laufenden Unterstützung durch Reichsmittel gerechnet werden, so verursachte der unstillbare Goldhunger des Feindbundes und die damit zusammenhängende dauernde Entwertung der Mark und Verteuerung aller Baukosten, daß durch eine wesentlich verringerte, in einzelnen Raten zahlbare einmalige festgelegte B hilfsumme das ursprünglich in Angriff genommene Wiede aufbauprogramm, welches allen Werften reichlich Arbeit sicher vollkommen umgestoßen wurde. Zurückziehung von Aufträg auf einzelnen Werften, Streckung der Bauten zur Verteilung d Beihilferaten auf anderen Werften waren die Folge. Auch li der Rückkauf einzelner, vom Feindbund beschlagnahmter, de wegen Übersättigung an Schiffsraum brach liegender Schif manchen Neubauauftrag den deutschen Werften entgehen. All dings entschlossen sich auch vereinzelt kapitalkräftige deutsc Reeder, dringlichste Schiffsneubauten aus eigenen Mitteln herz stellen, und die wachsende Heranziehung deutscher Werften f den Neubau erstklassiger Frachtschiffe seitens der Reeder d neutralen Auslandes bildete einen Ersatz für die erstgenannt Ausfälle. So konnte die Deutsche Werft vom Ausland alle 17 Neubauaufträge mit zusammen 163 000 t Tragfähigkeit herei nehmen, von denen 7 bereits abgeliefert sind.

Außerdem war es der Werftleitung möglich, Arbeiten, zunächst außerhalb des Fabrikationsplanes lagen, heranzuschaff und so die vorhandenen Anlagen nach Möglichkeit auszunutz

In der weiteren Zukunft wird trotz des reichlich vorhanden Weltschiffsraumes voraussichtlich ein Bedarf an hochwertig neuzeitigen Schiffen vorhanden sein, die mit Rücksicht auf heute ausschlaggebende Brennstoffersparnis mit den wirtscha lichsten Maschinen auszurüsten sind, das sind heute die maschine und die Triebturbine, also Antriebmaschinen, mit den die Frachtschiffe der Deutschen Werft vorwiegend ausgerüs werden. [152

Duralumin-Motorboote.

Bei Fahrzeugen für den Verkehr zu Lande, zu Wasser und für den Luftverkehr kommt es auf ein geringes Eigengewicht an; man pflegt daher nach Möglichkeit Holz anstatt Metall als Baustoff zu verwenden. Bei weiterer Entwicklung kommt man aber auf die widerstandfähigen Metalle zurück, die zwar ein höheres Eigengewicht, dafür aber eine ganze Reihe von Vorzügen für sich haben, vor allem die größere Widerstandfähigkeit gegen Witterungseinflüsse, Feuer und mechanische Beanspruchungen. Durch verfeinerte Formgebung erreicht man schließlich, daß die Konstruktionen aus Metall noch leichter als die aus Holz ausfallen. Dieser Werdegang ist bei seegehenden Schiffen, bei Eisenbahnwagen und schließlich auch bei Flugzeugen (Junkers) zu verfolgen.

Auch der Bootbau benutzte bisher bei kleineren Luxusfahrzeugen vorwiegend Holz. Neuerdings hat nun die Bootswerft „Zeppelinhafen" G. m. b. H. auch für diese Fahrzeuge mit Erfolg Duralumin verwendet, das von Süß- und Salzwasser gleich wenig angegriffen wird und an Festigkeit dem Eisen nahekommt. Eine Schwierigkeit bereitet das metallene Boot, das ist die Formgebung. Sie ist bei Booten aus Holz verhältnismäßig einfach, da die verwendeten Hölzer schmal sind und sich

Abb. 1. 6,4 m langes Duralumin-Motorboot der Bootswerft „Zeppelinhafen".

leicht zu doppelt gekrümmten Flächen vereinigen lassen. Wird demgegenüber ein Boot aus ebenen Platten hergestellt, so ist es oft schwer, die bewährten Flächen doppelter Krümmung herzustellen.

Abb. 1 läßt erkennen, daß es gelungen ist, Bootformen in Duralumin herzustellen, die sich von solchen aus Holz kaum unterscheiden. Die Werft stellt die folgenden Boote her:

1. Ein schnelles Sport- und Verkehrsboot von 6,4 m Länge, 1,4 m Breite und 0,65 m Tiefgang an der Schraube. Das Boot entspricht den Vorschriften des Deutschen Motor-Yachtverbandes für die Müggelklasse. Eingebaut werden zwei verschiedene Motoranlagen: entweder ein vierzylindriger Selve-Motor von 16 PS Leistung, womit 30 bis 32 km/h Geschwindigkeit bei 4,8 kg/h Benzinverbrauch erreicht werden; die Fahrtstrecke beträgt hiermit bei 40 l Brennstoffvorrat 160 km; oder ein vierzylindriger Siemens-Motor von 6 PS Leistung, womit 16 km/h Geschwindigkeit und 275 km Fahrtstrecke erzielt werden.

2. Eine weitere Bauart wird z. Z. ausgebildet, die bei 9 m Länge mit einem 15 PS-Motor 22 bis 24 km/h, mit einem 30 PS-Motor 30 bis 32 km/h und mit einem 60 PS-Motor 40 bis 45 km/h erreichen soll.

3. Besonders beachtenswert ist ein 10 m-Kreuzer mit Vorderkajüte von 10 m Länge, 2,2 m Breite und etwa 0,7 m Tiefgang an der Schraube. Der vierzylindrige Motor leistet 14 bis 61 PS und erteilt dem Boot etwa 18 km/h Geschwindigkeit. Der Benzinverbrauch beträgt 4,2 kg/h, so daß mit 100 l Vorrat etwa 300 km zurückgelegt werden können. Das Boot ist als Wanderboot mit vier bis fünf Schlafplätzen ausgestattet.

Wirtschaftlichkeit der Antriebmaschinen.

In den Hauptversammlungen der Schiffbautechnischen Gesellschaf der verschiedenen Länder bilden heute in Anbetracht der niedri Frachtraten Erörterungen über die Wirtschaftlichkeit der Schiffe Regel. In der Society of Naval Architects and Marine Engine (V. St. A.) hat J. L. Ackerson im November vorigen Jahres die schiedenen Antriebmaschinen, die für Fracht-, Tank- und Fahrg dampfer in Frage kommen, auf Grund der amerikanischen Preisl auf ihre Wirtschaftlichkeit hin untersucht. Ackersons Ergebnis k nicht ohne weiteres auf deutsche Schiffe übertragen werden, da ein die amerikanischen Besatzungskosten bedeutend höher sind als deutschen und anderseits die Preisspanne zwischen Kohle und Öl Amerika weit geringer ist als in Deutschland.

Ackerson rechnet mit einem Kohlenpreis von 10 $/t und ein Ölpreis von nur 11,2 $/t, also mit 1 : 1,12, während für Deutschl etwa der Satz 1 : 4 in Frage kommt. Für die verschiedenen von untersuchten Frachtdampfergrößen von 5 bis 10 000 t und einen F gastdampfer von 17 000 t Verdrängung setzt er 200 und für den Ta dampfer 300 Seetage ein, für die Abschreibung rechnet er mit 15 Heute geht man in Deutschland auch darüber noch hinaus. Seine fangreichen Zahlentafeln geben greifbare Werte für die wirtschaftl Überlegenheit des Viertaktmotors über den Zweitaktmotor und in we rem Abstande über die verschiedenen Dampfmaschinenanlagen. Vorzüge der Getriebeturbine und des Wasserrohrkessels bei größ Leistung sind in die jährlichen Betriebskosten eingerechnet. Nim man die für Kolbenmaschinen mit Zylinderkesseln berechneten W von Ackerson zum Maßstab, so läßt sich die Wirtschaftlichkeit der schiedenen Anlagen durch Zahlentafel 1 verdeutlichen, wobei die genannten Zahlen für kleinere und die letztgenannten für größere Sch gelten.

Zahlentafel 1.
Wirtschaftlichkeit verschiedener Schiffsantriebmaschinen im Vergl zur Kolbenmaschine mit Zylinderkesseln.

Bauart		Gewicht	Baukosten	Brennstoff		Jä lic G sa kosn
Maschine	Kessel	vH	vH	Gewicht vH	Kosten vH	v
Kolbenmaschine	Zylinderkessel	100	100	100	100	1
Kolbenmaschine	Wasserrohrkessel	83 bis 85	98 bis 96	100	100	100
Getriebeturbine	Zylinderkessel	93 „ 86	106 „ 81	100 bis 82	100 bis 82	100
Getriebeturbine	Wasserrohrkessel	77 „ 68	104 „ 78	100 „ 82	100 „ 82	100
Viertaktmotor	—	104 „ 111	139 „ 111	34 „ 32	38	72
Zweitaktmotor	—	93 „ 86	148 „ 119	34 „ 32	38	74

Ackerson berechnet außerdem noch den Raum, der durch bun stoffsparende Maschinen gewonnen wird, und kommt zu dem Sch daß ein wirtschaftliches Schiff für seine Linie zugeschnitten sein wobei alle in Frage kommenden örtlichen Verhältnisse wohl zu be rücksichtigen sind. Er wendet sich damit gegen das Seriensch

W.

[M 361]

Der Doppelschrauben-Fracht- und Fahrgastdampfer „München“.

Beschreibung des für den Norddeutschen Lloyd bei den Vulcan-Werken in Stettin erbauten Fahrgast- und Frachtdampfers „München“, seiner Einrichtungen für die Beförderung von Ladung, für Fahrgäste erster, zweiter und dritter Klasse, für die Besatzung, sowie der Wirtschafts- und Sicherheitseinrichtungen und der Maschinenanlage.

Als erster größerer Neubau der Nachkriegszeit, der nicht auf Grund des Versailler Diktates an den Feindbund abgeliefert wird, soll im Juni dieses Jahres der auf den Vulcan-Werken in Stettin im Bau befindliche Doppelschrauben-racht- und Fahrgastdampfer „München“ von dem Norddeutschen oyd, Bremen, in die Nordatlantische Fahrt eingestellt werden. urch diesen Neubau erhält die Flotte des NDL einen wertvollen ıwachs, da die Fahrgasteinrichtungen dieses Dampfers bezüglich equemlichkeit und Gediegenheit mit zu dem Besten zählen wern, was bisher auf diesem Gebiete geboten worden ist. Ein ebenlls auf den Vulcan-Werken, Stettin, im Bau befindliches Schwerschiff dieses Neubaues wird auch noch in diesem Jahr in ienst gestellt werden.

Der Schiffskörper, seine Einrichtung und Ausrüstung.

Hauptabmessungen.

Die hauptsächlichsten Angaben über den Dampfer „Münen“ sind: 168 m Länge über alles, 160 m Länge zwischen den oten, 18,80 m Breite über den Spanten, 14,55 m Höhe von Obernte Kiel bis Hauptdeck, 8,53 m Schotten- und Ladetiefgang bei 000 t Tragfähigkeit, 15 kn Geschwindigkeit bei 8500 PSe aschinenleistung und 14 000 B.-R.-T. Raumgehalt, ferner 0 Fahrgäste I. Klasse, 365 Fahrgäste II. Klasse, darunter Kinder, 602 Fahrgäste III. Klasse in Kammern, 977 in offenen ojen und 360 Mann Besatzung.

Einteilung des Schiffskörpers.

Der Dampfer wird unter Aufsicht und nach den Vorschrifn des Germanischen Lloyds für die höchste Klasse mit Eisrstärkung gebaut. Maßgebend für die Unterteilung des Rumpfes aren die internationalen Vorschriften zum Schutze des menschhen Lebens auf See.

Das Schiff erhält geraden Vorsteven, Flachkiel, gewöhnches Handelsschiffheck und insgesamt vier durchlaufende Decks. ußerdem wird im Unterschiff teilweise ein fünftes Deck und oer dem obersten durchlaufenden Deck ein Brücken- und Proenadendeck und darüber das Bootsdeck vorgesehen, Abb. 1 s 17. Außer diesen Aufbauten befinden sich über dem obersten ırchlaufenden Deck im Vor- und Hinterschiff große Deckhäuser it darüberliegenden, für den Aufenthalt der Fahrgäste geeigneten ırzen Bootsdecks.

Das Brückendeck bildet in seiner ganzen Ausdehnung die oere Hauptgurtung des Schiffsträgers. Starke Flügelschotte auf iden Schiffseiten an den Aufbauenden sollen die Spannungen s Brücken- in die des Hauptdecks überleiten. Die über dem rückendeck angeordneten langen Deckhäuser und das über diesen egende Bootsdeck erhalten, wie aus den Zeichnungen ersichtlich, ne Dehnungsfuge, wodurch diese Teile vor Spannungen gehützt werden. Entsprechend einem größten Tiefgange von 534 m und gemäß den Vorschriften des internationalen Verages zum Schutze des menschlichen Lebens auf See wird das hiff durch 12 Schotte in 13 wasserdichte Räume geteilt. Das hiff bleibt dadurch selbst dann noch schwimmfähig, wenn zwei nachbarte Räume vollaufen sollten.

Der Doppelboden erstreckt sich über die ganze Schiffslänge. ie weitaus größte Anzahl der Doppelbodenzellen ist für die ufnahme des für die Fahrgäste und die Besatzung bestimmten rischwassers eingerichtet, der Rest für Ballastwasser. Die Entässerung der Doppelbodendecke und der darüber liegenden ecks erfolgt nach den an den Schiffseiten angeordneten Gräben, ıs denen die Bilgepumpen im Maschinen- und Gebläseraum ıugen. Im Bereich des Maschinenraumes ist der Doppelboden ir die unmittelbar auf der Tankdecke stehenden Maschinen entrechend erhöht und mit den erforderlichen Verstärkungen verhen.

Der Maschinen- und Kesselraum und die in ihrer Größe on zusammen 3430 t für die Hin- und Rückfahrt nach New York messenen Bunker nehmen etwa die Hälfte der Unterschiffslänge n. Die Kohlenbunker werden durch Schütten seitlich über er Tiefladelinie beschickt. Vor und hinter den Maschin- und Kesselräumen sind insgesamt sechs Laderäume ngeordnet, die mit je einer großen Ladeluke versehen sind. Der nmittelbar vor den Kesselräumen liegende Laderaum IV wird doch auf der Ausreise meistens als Hilfsbunker benutzt, so daß ur fünf Laderäume ständig verfügbar sind. Die Räume auf m dritten und vierten Deck des Vorschiffes („E“- und „F“-Deck) önnen nach Entfernung der Einrichtung für Reisende III. Klasse gebenenfalls auch für die Mitnahme von Ladung benutzt werden.

Über den Laderäumen des Hinterschiffes sind hauptsächlich e Einrichtungen für die II. Klasse, mittschiffs über dem zweiten eck die für die I. Klasse vorgesehen, während für die III. Klasse ıs vordere vierte, dritte und zweite Deck zur Verfügung steht. ie Mannschaftsräume sind, wie aus den Zeichnungen ersichtlich, weckentsprechend so über das ganze Schiff verteilt, daß die esatzung in der Nähe ihres hauptsächlichen Beschäftigungsrtes untergebracht ist. Offiziere und Ingenieure wohnen in besonderen Häusern auf dem obersten Aufbaudeck. Der Verkehr zwischen Vor- und Hinterschiff erfolgt zur Vermeidung einer Belästigung der Fahrgäste durch den auf dem zweiten Deck angeordneten Betriebsgang.

Ausrüstung.

Die gesamte Ausrüstung und Einrichtung des Dampfers entspricht außer den bereits oben angegebenen Vorschriften den gesetzlichen Bestimmungen der deutschen See-Berufsgenossenschaft und denen des deutschen, amerikanischen und spanischen Auswanderergesetzes.

Da das Schiff außer zur Beförderung von Fahrgästen auch für die Mitnahme von Ladung eingerichtet ist, wird eine neuzeitliche und zweckentsprechende Lade- und Löschvorrichtung vorgesehen. Das Übernehmen der Ladung geschieht durch die Ladebäume von 30, 10 und 5 t Tragfähigkeit an den beiden Pfahlmasten sowie durch die Ladebäume zweier im Vor- und Hinterschiff angeordneter Ladepfosten in Verbindung mit 12 elektrisch angetriebenen Ladewinden, von denen vier Stück eine Zugkraft von 6500 und 2600 kg, die übrigen eine solche von 3000 kg haben. Ebenfalls elektrisch angetrieben sind die auf dem obersten Deck befindlichen Bootswinden, das Ankerspill und die für die Beförderung von Mundvorräten und Gepäck vorgesehenen Aufzüge. Die beiden Antriebmaschinen der Hauptsteuereinrichtung nach der bewährten Bauart Wilson-Pirrie, von denen eine zur Aushilfe dient, sind jedoch als Dampfmaschinen beibehalten. Die gesamte Anlage, die von den Atlaswerken, Bremen, geliefert wird, steht in einem besonderen Deckhaus auf dem hinteren Hauptdeck und wird durch Telemotor von der Brücke aus angetrieben. In der Nähe des hinteren Steuerhauses sind ferner noch zwei Dampfverholspille aufgestellt, die auch für die Notsteuerung herangezogen werden können, falls Haupt- und Reservesteuermaschine versagen sollten. Die Anker- und Kettenausrüstung besteht aus drei Bugankern von je 5270 kg, einem Stromanker von 1200 kg, einem Warpanker von 600 kg Gewicht und einer 600 m langen und 73 mm dicken Ankerstegkette.

Zu den besonderen Vorkehrungen zum Schutze des Lebens der Fahrgäste und der Besatzung gehören: die Ausrüstung mit Rettungsbooten und Schwimmwesten, die funkentelegraphische Anlage, die Schottenschließvorrichtung, die Feuerlöscheinrichtung, Unterwasserschall-Empfangsapparat, die Not-Lenzpumpe, und die Signal- und Lichter-Ausstattung.

Die Rettungsboote sind auf dem obersten Bootsdeck und den Decks der Deckhäuser möglichst nahe der Bordwand untergebracht. Es sind vorgesehen: 2 Motor-Rettungsboote, 16 Rettungsboote, 6 Halbklappboote und 2 Jollen.

Die Boote werden sämtlich durch Welin-Davits zu Wasser gebracht und können außerdem durch besonders dafür vorgesehene Einrichtungen wahlweise nach jeder Schiffseite versetzt werden. Der vorhandene Bootsraum genügt für die Aufnahme sämtlicher an Bord befindlichen Personen. Außerdem ist für jede Person in der Nähe ihrer Schlafstelle eine Schwimmweste gebrauchsfertig vorgesehen.

In Übereinstimmung mit den internationalen Abmachungen ist ferner an Bord eine Station für drahtlose Telegraphie, Bauart Telefunken, eingebaut mit einer Reichweite von mehreren tausend Seemeilen, die einen ständigen unmittelbaren Verkehr mit beiden Weltteilen gestattet. Den erforderlichen Strom liefern die im Hilfsmaschinenraum aufgestellten Turbodynamos; in Fällen der Not, wenn die Hauptmaschinen versagen, die auf dem obersten Bootsdeck von einer Ölmaschine angetriebene Notdynamo. Wenn auch diese Einrichtung noch versagt, ist funkentelegraphische Verbindung noch durch einen Notsender gewährleistet, der durch eine besondere Akkumulatorenbatterie für eine Dauer von 40 Stunden bei ununterbrochenem Betrieb Strom erhält.

Die Empfangsapparate haben mit Audion einen Wellenbereich von 200 bis 20 000 m für die Aufnahme der Pressenachrichten. Auch ein Peilgerät zur Selbstbestimmung des Schiffsortes auf drahtlosem Weg und drahtlose Telephonie sind vorgesehen.

Die Telefunken-Einrichtung kann auch von den Fahrgästen für ihre eigenen Zwecke benutzt werden. In dem neben dem Apparateraum vorgesehenen als Schalter eingerichteten Vorraum können die Telegramme aufgegeben werden.

Zu den weiteren Sicherheitseinrichtungen gehört die hydaulische Schottenschließvorrichtung (vgl. S. 328). Die Anzahl der wasserdichten Schottüren ist möglichst beschränkt, es sind nur die unbedingt für den Schiffsbetrieb erforderlichen Türen vorgesehen, von denen die unter der Tiefladelinie liegenden hydraulisch von der Brücke aus geschlossen werden können. Ferner erhalten diese Türen sowie sämtliche übrigen wasserdichten Schottüren eine Handschließvorrichtung an der Tür, die auch vom obersten Deck aus benutzt werden kann. Durch eine mit sämtlichen wasserdichten Türen verbundene Signalanlage kann sich der wachthabende Offizier an einer im Steuerhaus an-

Abb. 1 bis 17. Doppelschrauben-Fracht- und Fahrgastdampfer „München“.

(Hauptdeck)

„D" Deck

„E" Deck

„F" Deck

„G" Deck

Stauungsplan

gebrachten Glühlampentafel jederzeit davon überzeugen, welche Türen geschlossen sind.

Der Bekämpfung der Feuersgefahr ist ganz besondere Sorgfalt gewidmet. Für die während der Reise geschlossenen und nicht zugängigen Räume dient hierzu in erster Linie eine besondere selbsttätige Feuermeldeanlage, vergl. S. 329, die dem diensttuenden Offizier auf der Kommandobrücke innerhalb weniger Minuten jeden Ausbruch eines Feuers anzeigt. Die wirksame Bekämpfung des Brandes erfolgt dann durch Schwefeldämpfe der Clayton-Anlage, die in ausgedehnten Rohrleitungen dem betreffenden Raum zugeführt werden, sowie durch ein weit verzweigtes Wasserleitungsrohrnetz, das eine große Zahl Schlauchanschlußstellen hat. Während im Unterschiff die wasserdichten eisernen Schotte einen Brand ohne weiteres örtlich beschränken werden, sollen im oberen Mittschiffsteil die den Vorschriften der See-Berufsgenossenschaft entsprechend angeordneten Feuerschotte die Ausbreitung des Feuers verhüten. Schließlich sind außer diesen Vorkehrungen Handfeuerlöscher einer bewährten Bauart in ausreichender Zahl an leicht zugänglichen Stellen angebracht.

Abb. 18. Dreifach-Expansionsmaschine, 4250 PSi, bei rd. 80 Uml/min.

Der von den Atlaswerken, Bremen, gelieferte Unterwasserschall-Empfänger wird eine wertvolle Unterstützung der Schiffsführung beim Ansteuern der Küsten sein. Mit Hilfe der aufgenommenen Zeichen der Küsten-Glockenstationen kann eine gute Nachprüfung des Schiffskurses erfolgen.

Eine über dem obersten Deck angeordnete elektrisch angetriebene und durch die Notdynamo gespeiste Notlenzpumpe soll die Möglichkeit geben, die nicht lecken Abteilungen auf jeden Fall lenz halten zu können, wenn Wasser in den Maschinen- oder Kesselraum einbricht und damit alle Pumpen dieser Räume ausschaltet.

Die sonstigen an Bord befindlichen Vorrichtungen zur Abgabe von Licht- und Notzeichen entsprechen den gesetzlichen Bestimmungen.

Einrichtung.

Die Anordnung der Einrichtungen für die Fahrgäste ist aus Abb. 1 bis 17 ersichtlich. Die Fahrgäste I. Klasse sind mittschiffs über dem Hauptdeck auf dem Brücken- und Bootsdeck in besonders bequem und gediegen eingerichteten Wohnkammern für 1, 2 und 3 Personen untergebracht. Für besonders anspruchsvolle Fahrgäste sind sechs Luxuskammern vorgesehen. Während der Speisesaal I. Klasse auf dem zweiten oder D-Deck, dem sogenannten Wirtschaftsdeck, unmittelbar neben den Wirtschaftsräumen angeordnet ist, sind die übrigen Gesellschaftsräume wie Salon, Schreib- und Lesezimmer, Rauchsalon und Laube in einer Flucht auf dem Brückendeck, dem eigentlichen Promenadendeck, untergebracht. Turnhalle, Kinderzimmer und Kinderspielplätze, Verkaufstände, Bart- und Haarschneideräume vervollständigen die der Bequemlichkeit der Fahrgäste dienenden Einrichtungen. Die Einrichtungen der II. Klasse sind etwas einfacher gehalten. Sie bestehen aus behaglich ausgestatteten Wohnkammern für 2, 4 und 6 Fahrgäste im Hinterschiff. Den Reis den dieser Klasse steht ein ebenfalls auf dem zweiten D (D-Deck) angeordneter Speisesaal mit 170 Sitzplätzen, sowie mittelbar darüber, durch bequeme Treppen erreichbar, je ein sonderer Rauch- und Damensalon zur Verfügung.

Die Raumteilung und Ausstattung der Gesellschaftsräu I. und II. Klasse sowie auch der Wohnkammern I. Klasse unter Leitung und nach Entwürfen des bekannten Münche Architekten Professor Troost durchgearbeitet. Die Ausführu ist den Firmen Pössenbacher und Ballin in München u den Bremer Holzkunstwerkstätten Joh. A dresen übertragen, soweit sie nicht von d Bauwerft selbst übernommen wurde.

Für die Unterbringung der III. Kla ist das vordere vierte und dritte Deck (E- u F-Deck) eingerichtet, und zwar können nach Bedarf Betten in offenen Blocks, w bisher üblich, oder unter Benutzung ders ben Kojenspuren eine herausnehmbare Ka mereinrichtung, die mehr den Anforderung der Neuzeit entspricht, aufgestellt werde In Berücksichtigung dieser letzteren G sichtspunkte sind auch für diese III. Kla auf dem Wirtschaftsdeck und Hauptdeck b sondere Gesellschaftszimmer wie Speisesa Damenzimmer und Rauchsalon vorgeseh Die Ausführung ist zwar einfach, aber tro dem gediegen und bequem. Die übrige Ei richtung und Ausstattung, wie Hospitäl Gepäckräume, Waschräume usw., entspric durchweg den in Frage kommenden A wanderervorschriften und den Erforde nissen.

Sämtliche Einrichtungen des ganz Schiffes sind so getroffen, daß es auch n Erfolg in der Südamerikafahrt verwend werden kann. Mit Rücksicht hieraufs si im Hilfsmaschinenraum und im Vorschiff b sonders leistungsfähige Kühlanlagen ang ordnet, die imstande sind, selbst unter d ungünstigsten Bedingungen die gewünscht Temperaturen in den vorgesehenen groß Provianträumen auf jeden Fall halten können. Die Wirtschaftsräume, die unm telbar neben den Speisesälen auf dem Wi schaftsdeck angeordnet sind, werden mit ne zeitlichen Wirtschaftsmaschinen für alle Bord in Betracht kommenden Zwecke au gerüstet.

Sämtliche Wohnräume werden dur

Abb. 19. Doppelender-Zylinderkessel mit rückkehrender Flamme.

Dampf geheizt und erhalten eine auf das sorgsamste ausgearb tete Lüftanlage. Die Heizkörper erhalten eine der Ausstattu der Räume entsprechende künstlerische Verkleidung.

Sämtliche Wohn-, Gesellschafts- und Wirtschaftsräume si elektrisch beleuchtet. Die an ein besonderes Leitungsnetz ang schlossene Notbeleuchtung wird beim Ausfall der Turbodynam durch die auf dem obersten Bootsdeck angeordnete Notdynan gespeist.

Außerdem sind vorgesehen: eine über das ganze Schiff v teilte elektrische Uhrenanlage, bei der sämtliche Uhren von ein

ntralstelle aus angetrieben werden, sowie Fernsprechanlagen ischen den Schiffsbetriebsräumen und ausgedehnte Klingelan- gen zwischen den Kammern und den Räumen für die Bedienung.

Maschinen- und Kesselanlage.

Für die Fortbewegung des Schiffes sind zwei vierzylindrige eifach-Expansionsmaschinen mit Oberflächenkondensation und ssenausgleich für Heißdampfbetrieb mit einer normalen Lei- ng von zusammen 8500 PSi bei etwa 80 Uml./min vorgesehen, b. 18. Die Abmessungen jeder Maschine betragen: 800 mm HD- l.-Dmr., 1300 mm MD-Zyl.-Dmr., 1500 mm Dmr. der beiden ederdruckzylinder, 1400 mm Hub, 465 m² Kondensator-Kühl- che. An jede Hauptmaschine sind angehängt: 1 Vorwärmer- mpe, 1 Lenzpumpe und 1 Klosettpumpe, außerdem an die B.B.- aschine noch eine Badepumpe. Für das Umsteuern ist für e Hauptmaschine eine zweizylindrige Dampfmaschine und zum ehen der Maschine eine einzylindrige Dampfmaschine vorhanden. e Hauptmaschinen sind unmittelbar mit den Wellenleitungen kuppelt. Auf jeder Welle sitzt ein vierflügeliger Propeller mit onzenen Flügeln. Der Propellerschub wird durch ein gewöhn- es Mehrscheiben-Drucklager aufgenommen.

Zur Erzeugung des Dampfes sind in einem Kesselraum mit ei Heizräumen 3 Doppelender- und 1 Einender-Zylinderkessel rückkehrender Flamme aufgestellt, Abb. 19. Die Kessel ben zusammen 2085 m² Heizfläche und 47,6 m² Rostfläche. Der beitsdruck beträgt 14,5 at Überdruck. Die Kessel haben Schmidtsche Rauchröhren-Überhitzer und Howdens künstlichen Zug. Zur Abführung der Rauchgase ist ein gemeinschaftlicher Schornstein vorgesehen.

Die für den Betrieb der Maschinen- und Kesselanlage erforderlichen Hilfsmaschinen und Apparate sind im Maschinenraum und in dem angrenzenden Hilfsmaschinenraum zwischen Maschinen- und Kesselraum aufgestellt. Die elektrischen Maschinen und die Kühlmaschinen sind in einem Raum hinter dem Maschinenraum untergebracht. Der elektrische Strom für den Licht- und Kraftbedarf wird durch 3 Turbodynamos von je 150 kW Leistung erzeugt. Für die Beleuchtung während des Tages und für die Nachtbeleuchtung ist eine Maschine ausreichend, während in der Zeit des stärksten Lichtbedarfes und im Hafen beim Windenbetrieb zwei Maschinen laufen müssen. Die dritte Maschine dient als Aushilfe.

Um den Abdampf der Hilfsmaschinen möglichst nutzbringend zu verwerten, sind ein Mischvorwärmer und ein Oberflächenvorwärmer sowie eine Abdampfverdampfer-Anlage eingebaut.

Für die Rückgewinnung des im Abdampf befindlichen Öles sind besondere Abdampfentöler sowie eine Ölkläranlage vorgesehen. Das in die Bilge fließende Maschinenöl wird ebenfalls durch eine Öl-Rückgewinnungsanlage wieder zurückgewonnen.

Im übrigen ist die gesamte Maschinen- und Kesselanlage nach den Gesichtspunkten möglichst großer Sparsamkeit in bezug auf Kohlen- und Ölverbrauch aufgebaut.

Gallone und Barrel im Mineralölhandel.

Die zunehmende Verwendung des Ölmotors zur Krafterzeugung in ndanlagen und auf Schiffen lenkt die Aufmerksamkeit der Ver- ucher flüssiger Brennstoffe in höherem Grade als bisher auch auf Handelsgebräuche im Ölhandel. Dabei ist es eine eigentümliche sache, daß über die Maßeinheiten, mit denen der Handel rechnet, thin nicht nur bei den Verbrauchern, sondern auch in den Handels- isen selbst erhebliche Unklarheiten herrschen, und es ist deshalb l angebracht, über die beiden wichtigsten in Betracht kommenden ße einige Aufklärung zu geben.

In Amerika werden im allgemeinen Mineralöle an der New Yorker se in Cents für die amerikanische Gallone gehandelt, England dagegen in Pence für die englische Gallone. de Hohlmaße sind voneinander verschieden, sie sind aber beide gesetz- ihrer Größe nach festgelegt, obwohl auch dabei einige Unklarheiten tehen, wie weiter unten näher gezeigt wird.

Im Gegensatz dazu ist das Barrel (= Faß) keine eindeutig fest- ende Größe, der Inhalt ist gesetzlich nicht festgestellt und schwankt Handelsgebrauch nicht nur für verschiedene Waren, sondern auch der gleichen Ware.

1. Die amerikanische Gallone.

Nach der Festsetzung des Normal-Gewicht- und Maß-Amtes[1]) ist

$$1 \text{ gallon} = 3{,}78543 \text{ l},$$
$$1 \text{ l} = 0{,}26417 \text{ gallons}.$$

se Einheit entspricht der von 1707 bis 1824 auch in England (für Wein) räuchlichen Gallone zu 231 engl. Kubikzoll („Winchester-Gallone"). 1 Kubikzoll = 16,3871 cm³, ergibt sich der oben genannte Wert. Im ndel rechnet man häufig 27 amerikanische Gallonen = 100 l[2]).

eis-Umrechnung:

$$x \text{ cent/gall.} = 0{,}002642\, x \cdot d \text{ M/l, wenn 1 Doll.} = d \text{ M.}$$

2. Die englische Gallone.

Die Einheit für die amtlichen englischen Hohlmaße, von der alle ern abgeleitet werden, ist das „imperial gallon", das 10 engl. Pfund tilliertes Wasser bei 62° F (= 16,67° C) und 30″ (= 762 mm) Queck- ersäule enthält[3]). Aus dieser Begriffsbestimmung wurde die Gallone ächst zu 4,543457971 ermittelt und nach verschiedenen Kontroll- sungen des Wassergewichts durch das British Standard Dept. in den ren 1878 und 1889 schließlich im Jahre 1898 festgelegt[4]):

$$1 \text{ gallon} = 4{,}5459631 \text{ l}$$

Gegensatz zu dem vorher genannten Wert auch als „new scientific ivalent" bezeichnet).

Aus diesem Wert ergibt sich:

$$1 \text{ l} = 0{,}2199757 \text{ gallons},$$

was mit dem amtlichen, im Gesetztext angegebenen Wert

$$10 \text{ l} = 2{,}200 \text{ gallons}$$

übereinstimmt.

Für den Handelsgebrauch sind die Abweichungen der verschiedenen Größenbestimmungen belanglos.

Preis-Umrechnung:

$$y \text{ pence/gall.} = 0{,}000917\, y \cdot e \text{ M/l, wenn } 1\, £ = e \text{ M.}$$

3. Das amerikanische Barrel.

Als Handelseinheit für bestimmte Mineralöle, z. B. Rohöl und Bunkeröl, besonders aber Petroleum, wird das amerikanische Barrel meistens zu 42 amerikanischen Gallonen gerechnet, so daß

$$1 \text{ Barrel} = 158{,}988 \text{ l}$$
$$1 \text{ hl} = 0{,}628977 \text{ Barrel}$$

ist[5]); wirkliche Fässer dieser Größe werden indessen selten benutzt. Gasolin und Kerosen werden auch häufig in Holz- oder Eisenfässern von ungefähr 50 Gallonen gehandelt, aber der Preis wird dann häufiger nach Gallonen als nach Barrels gestellt[6]). Daneben wird bisweilen das Barrel Petroleum auch zu 40 Gallonen gerechnet[7]).

4. Das englische Barrel.

Der Petroleumhandel rechnet im allgemeinen auch das englische Barrel zu 42 (englischen) Gallonen, also zu 182,5 l; die Angabe 1 Barrel = 163,5 l, die sich ebenfalls findet[8]), würde einem Barrel von 36 Gallonen entsprechen, ein solches ist für Bier und ähnliche Getränke im Gebrauch.

*

Angesichts der mannigfaltigen Bezeichnungen ist größte Vorsicht beim Vergleich von Mengen- und Preisangaben geboten; mit Rücksicht auf die unbestimmte Größe des Barrels empfiehlt es sich, stets auf die Angabe in Gallonen zurückzugreifen und dabei zwischen amerikanischen und englischen Gallonen zu unterscheiden.

Dipl.-Ing. W. Speiser.

[W 150]

---

1) Treasury dept., U. S. coast and geodetic survey, Office of Standard ights and Measures, 1900.

2) Sittel-Strauß, Handelswörterbuch, Leipzig 1921, S. 228.

3) Weights and measures act of 1878 and 1889; auch: W. A. Browne, The chants' handbook, London 1899, ferner Encyclopaedia Britannica, Bd. 24 32.

4) Weights and measures (metric system) act, 1897; Statutory rules and ers 1898 Nr. 411 (Order in council, substituting a table of metric equival- s for that in schedule 3 Part 1, of the W. & m. act, 1878).

5) Die Angabe in Rothschilds Taschenbuch für Kaufleute (58. Aufl. 1920) S. 654: „1 am. Barrel = 42 Gallons = 190,806 l" führt irre, weil mit englischen Gallonen gerechnet ist, was dem Handelsbrauch nicht entspricht.

6) Auskunft des Bureau of Standards in Washington (II — 4/I wn v. 5. April 1922) an Herrn Ingenieur E. T. Ziegler in Sterkrade, dem wir für freundliche Unterstützung in der Klärung dieser Fragen zu Dank verpflichtet sind, ebenso wie Herrn Regierungsrat Dr. Drewitz von der Reichsanstalt für Maß und Gewicht in Charlottenburg.

7) U. a. Muret-Sanders, Wörterbuch der englischen und deutschen Sprache, gr. Ausg. 1891; amerikan. Maße und Gewichte, K: besondere Maß- und Gewichtsgrößen: „1 Barrel Petroleum = 40 gallons = 1,5141239 hl". Auch für Normalspiritus und alle gegorenen Getränke rechnet z. B. das Bureau of Standards in Washington (Authorized barrel of proof spirits, 1904) das Barrel zu 40 Gallonen von je 231 Kubikzoll.

8) Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch. 23. Aufl. 1919.

Der Einschrauben-Fracht- und Fahrgastdampfer „La Coruña“.

Im schiffbaulichen Teil werden neben einer kurzen Beschreibung des Schiffskörpers die Einrichtungen erläutert, welche namentlich durch die Nachkrieg-Verhältnisse bedingt worden sind und zu einer besonderen Ausstattung der dritten Klasse geführt haben. — Der maschinenbauliche Teil behandelt die Haupt- und Hilfsmaschinen sowie die für Ölfeuerung eingerichtete Kesselanlage nebst Bunkern und die Betriebsergebnisse.

Der Fracht- und Personendampfer „La Coruña“, der nunmehr seit fast einem Jahre mit großem Erfolge zwischen Hamburg und den südamerikanischen Häfen in Dienst steht, ist das dreißigste der von der Reiherstieg-Schiffswerft und Maschinenfabrik Hamburg für die Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrts-Gesellschaft erbauten Schiffe. Das Schiff, Abb. 1, ist zunächst als reiner Schutzdeck-Frachtdampfer entworfen und als solcher in Auftrag gegeben worden. Um jedoch eine spätere Verwendung als Zwischendeckschiff zu ermöglichen, ist gleich von vornherein einmal die Schottenstellung den Bestimmungen des internationalen Vertrages und der See-Berufsgenossenschaft entsprechend ausgeführt, und anderseits ist die Schottenstärke mit Rücksicht auf eine spätere Hochführung bis zum I. Deck gewählt worden. Der mit Rücksicht auf den großen Andrang zur III. Klasse gebotene Ausbau als Zwischendeckschiff ist dann, während das Schiff schon im Bau war, beschlossen und in gemeinsamer Arbeit von Werft und Reederei durchgeführt worden.

Abb. 1. Der Einschrauben-Fracht- und Fahrgastdampfer „La Coruña“.

Das Schiff hat 125,6 m Länge zwischen den Loten, 16,75 m Breite über den Spanten, 11,83 m Seitenhöhe bis zum I. Deck, 8950 t Tragfähigkeit bei 8,49 m Tiefgang beim Sommerfreibord des Germanischen Lloyds, 8,03 m größten Tiefgang nach den Schottvorschriften der Seeberufsgenossenschaft, 7273 B.-R.-T., 4392 N.-R.-T Raumgehalt und 2800 PS_i Maschinenleistung, womit 11 Kn erreicht werden.

„La Coruña“ wurde nach den Vorschriften und unter Aufsicht des Germanischen Lloyds für die Klasse 100 $\frac{A}{4}$ [Kreuz] [Anker] „mit Freibord“ gebaut. Die Querschnitte der Hauptverbandteile sind aus Abb. 2 ersichtlich. Um stringerfreie Räume zu erhalten, sind Raumstringer nur im Vorschiff eingebaut, im übrigen sind die Stringer durch Verstärkung der Außenhautplatten ersetzt worden.

Acht wasserdichte Schotte teilen das Schiff in neun wasserdichte Abteilungen. Die Inhalte der einzelnen Räume und Zellen sind in den Zahlentafeln 1 bis 3 zusammengestellt.

Wie aus Zahlentafel 1 ersichtlich, ist der größte Teil des Doppelbodens für die Aufnahme des erforderlichen Trinkwassers vorgesehen. Das Heizöl ist ausschließlich in Hoch- und Zwischen-

Zahlentafel 1. Inhalt der Zellen.

	Spant	Frischwasser t	Ballastwasser t	Öl t B.-B.	Öl t St.-[B.]
Zelle I	156 bis 166	30,0	—	—	—
„ II	145 „ 156	61,9	—	—	—
„ III geteilt	117 „ 145	261,4	—	—	—
„ IV „	98 „ 117	202,7	—	—	—
„ VIII „	39 „ 66	255,1	—	—	—
„ IX	7 „ 39	128,0	—	—	—
zusammen		939,1			
Vorpiek		—	134,8	—	—
Hinterpiek		—	55,5	—	—
Zelle V	90 „ 98	—	85,4	—	—
„ VI Luftzelle	81 „ 90	—	96,0	—	—
„ VII Speisewasserzelle	66 „ 81	—	171,7	—	—
zusammen			543,4		
Seitenzelle III. Deck	68 „ 76	—	—	73,5	31
„ „ „	76 „ 84	—	—	64,5	46
„ „ „	84 „ 90	—	—	28,5	28
„ II. „	68 „ 76	—	—	54,5	70
„ „ „	76 „ 84	—	—	68,5	68,
„ „ „	84 „ 90	—	—	46,5	46
Querbunker unten	92 „ 98	—	—	140,0	108,
„ „ Tageszelle 1	—	—	—	—	41,
„ „ Tageszelle 2	—	—	—	—	41,
„ III. Deck	—	—	—	86,0	86,
„ II. „	—	—	—	79,0	79,
				641,0	647,

Gesamtinhalt der Ölbunker	1280
Überlaufzelle	35
Schmutzzelle	35
Inhalt sämtlicher Ölzellen	1350

Abb 2. Querschnitt durch die Hauptverbandteile.

Abb. 3 bis 14. Einrichtungspläne des Einschrauben-Fracht- und Fahrgastdampfers „La Coruña“.

untere Kommandobrücke

Schachtdeck

obere Kommandobrücke

hinteres Bootsdeck

mittleres Bootsdeck

vorderes Bootsdeck

Backdeck

Hauptdeck (erstes Deck)

Zwischendeck 1 (zweites Deck)

Zwischendeck 2 (drittes Deck)

Stauungsplan

Zahlentafel 2. Inhalt der Laderäume.

	für Getreide Außenkante Spant und Oberk. Deckbalken m³	für Stückgut Innnenkante Wegerung und Unterk. Deckbalken m³
Laderaum — Spant		
Raum I . . . . 145 bis 166	1173	1070
Raum II . . . . 117 „ 145	2128	2000
Raum III . . . . 99 „ 117	1310	1220
Raum IV . . . . 39 „ 67	1703	1575
Raum V . . . . 13 „ 39	1090	968
	7404	6833
Zwischendeck 2.		
Laderaum I . 145 bis 166	495	420
Laderaum II . 117 „ 145	842	755
Laderaum III . 99 „ 117	544	490
Luke IV Gepäckschacht	144	122
Laderaum V . . 13 bis 39	645	580
	2670	2367
Zwischendeck 1.		
Luke I Lukenschacht	208	208
Luke III Lukenschacht	125	98
Laderaum IV . 39 bis 67	851	750
Laderaum V . 13 „ 39	748	660
	1932	1716
Gesamtinhalt der Laderäume	12006	10916

Zahlentafel 3. Inhalt der Proviant räume.

	Innenkante Wegerung und Unterkante Deckbalken m³
Proviantraum auf Zwischendeck 2	
Spant 39 bis 45/49	153
Spant 0 bis 13	100
	253
Kühlräume auf Zwischendeck 2	
Fleischraum	63
Fisch- und Eisraum	38
Gemüseraum	61
Bierraum	83
Vorraum	48
	293
Gesamtinhalt . .	546
Bootsmannvorräte	
auf dem Zwischendeck III	20
auf dem Zwischendeck II	40
auf dem Zwischendeck I	60
	120

Abb. 16. Bad dritter Klasse.

Abb. 15. Waschraum dritter Klasse.

deckzellen untergebracht, die durch Längs- und Querschotte we gehend unterteilt worden sind.

Die Einrichtungen des Schiffes sind aus Abb. 3 bis 14 e sichtlich.

Dritte Klasse „im Wohndeck".

Die Räume dieser Klasse sind im Zwischendeck 1 und untergebracht. Im Zwischendeck 2 sind 122, 148 und 84, al zusammen 354 Betten aufgestellt worden; das Zwischendeck 1 en hält weitere 232 Betten und einen besonderen Speisesaal m 213 Sitzplätzen für die Fahrgäste dieser Klasse. Die gesundhei lichen Anlagen sind gegenüber den in der Vorkriegzeit übliche sehr verbessert worden. Saubere, weißgekachelte und mit wei emaillierten Einzelwaschtischen versehene Waschräume mache einen freundlichen Eindruck, Abb. 15. Außerdem ist für Männ und Frauen auf dem Hauptdeck noch je ein Bad vorgesehe Abb. 16. Die Einrichtungen, unter andern die des Hospitales, d Apotheke und des Operationsraumes, sind nach den Bestimmunge der deutschen und spanischen Auswandererbehörden ausgefüh worden.

Dritte Klasse „in Kammern".

Die Kammern dieser heute besonders beliebten Klasse sin mit 2, 4 und 6 Betten für insgesamt 270 Fahrgäste eingerichtet un liegen im Vorschiff neben Luke II. Um für diese Fahrgäste eine besonderen, geschützten Aufenthaltraum zu schaffen, ist d Luke II mit Teppichen belegt und mit bequemen Stühlen un Tischen ausgestattet worden. Der in hellem, freundlichem To getäfelte Speisesaal hinter diesen Räumen, Abb. 17, bietet Pla für 118 Gäste, so daß die Möglichkeit vorhanden ist, in zw Abteilungen nahezu für alle Gäste dieser Klasse zu decken. G räumige Bäder und Aborte sind auf dem vorderen Ende de Zwischendecks eingerichtet.

Abb. 17. Speisesaal dritter Klasse.

Kajüteinrichtungen.

Auf dem Haupt- und Bootsdeck sind 7 Kammern für 4 Kajütfahrgäste vorgesehen, deren Salon sich vorn auf dem ootsdeck befindet. Als Promenaden- und Ruhedeck dient diesen ahrgästen das Bootsdeck und die darüber befindlichen Decks im ereich der Ingenieurkammern.

Die Räume für den Proviant der Fahrgäste und der Beatzung befinden sich achtern im Zwischendeck 2 und neben uke IV. Die Isolierung der Kühlräume besteht aus Korkatten, die mit Holz verkleidet sind. Die Kühlung der Räume folgt durch Sole in Kühlschlangen. Der Fleisch- und der Geüseraum haben außerdem Luftkühler, um diese Vorräte frisch 1 erhalten.

Die freiliegenden Decks.

Sämtliche freiliegenden Decks haben einen Pitchpine- oder regonpinebelag von 75 mm Dicke erhalten. Mittschiffs im Beich der Ölbunker ist der Holzbelag durch einen auf einen Heißoff-Voranstrich aufgetragenen Litosilobelag ersetzt worden. Vor 1 Verlegen dieses Belages sind umfangreiche Brandversuche geführt worden, um die Widerstandsfähigkeit des Belages gegen uergefahr und Erhitzung zu erproben. Sämtliche freien Decks en Sonnensegel erhalten, die Back und das vordere und ere Hauptdeck doppelte.

Ausrüstung.

Für den Lösch- und Ladebetrieb sind am Fock- und Großt je vier und an Vorkante Brücke zwei Ladewinden aufgelt. Sämtliche Ladebäume sind für 5 t Nutzlast eingerichtet. Fockmast ist für die Bedienung der Großluke II außerdem 40 t-Ladebaum vorgesehen. Ein kleiner Ladepfosten mit m 1 t-Ladebaum und einer elektrischen Winde für die Beung des Proviantschachtes ist an der Hinterseite der Zimmernwerkstatt angebracht worden.

Der Dampfsteuerapparat ist im hinteren Teil des Hauptdeckses aufgestellt. Der Antrieb erfolgt durch einen Axiometer der Brücke aus.

Eine Funkenstation ist auf der St. B.-Seite des Bootsdecks erichtet. Die Deckausrüstung und die Einrichtungsteile sind reitgehendem Maße nach den Handelsschiffnormen ausgeführt den.

Maschinenanlage.

Hauptmaschine.

Zum Antrieb der Schraube dient die in Abb. 18 bis 20 dargestellte Dreifachexpansions-Heißdampfmaschine, die auf Grund langjähriger Erfahrungen äußerst standhaft gebaut ist. Für günstigen Massenausgleich ist der Niederdruck-Zylinder zwischen Hochdruck- und Mitteldruck-Zylinder angeordnet. Alle Zylinder sind mit eingepreßten Arbeitsbuchsen aus feinkörnigem Gußeisen und mit Dampfmantel zum Anwärmen versehen und voneinander getrennt auf gußeisernen Ständern befestigt, die unter sich durch Längsträger verbunden sind. HD- und MD-Kolben arbeiten mit Ramsbottom-Kolbenringen, der ND-Kolben dazu mit Peeck-Ringen mit gemeinschaftlicher Spannfeder. Über der Maschine ist eine Hebevorrichtung eingebaut. Kolben und Kolbenstangen können bequem nach oben herausgezogen werden. Die Kolbenstange des ND-Kolbens ist durch den Zylinderdeckel hindurchgeführt. Sämtliche Packungen sind für Heißdampf geeignete Metallpackungen. Die aus drei gleichen Teilen bestehende Kurbelwelle läuft in mit Weißmetall ausgegossenen Grundlagern, die mit Zirkulationsschmierung, Patent Holtorp, versehen sind; auch die Kurbellager arbeiten mit Holtorp-Schmierung. Von dem Kreuzkopf des HD-Zylinders werden eine Luftpumpe, System Edwards, eine doppeltwirkende Klosettpumpe und zwei einfach wirkende Lenzpumpen durch Schwinghebel angetrieben. Die Steuerung erfolgt durch Stephensonsche Kulissen. Die Umsteuerung kann durch ein auszukuppelndes Handrad oder eine zweizylindrige Rundlauf-Umsteuermaschine bewirkt werden. Der runde Kondensator hat 278 m² Kühlfläche und ist an den Maschinenständern befestigt, so daß die Rohrverbindung vom ND-Zylinder bis zur Luftpumpe so kurz als möglich ausfällt. Vor dem Kondensator ist ein Entöler angeordnet. Das zurückgewonnene Öl wird durch eine besondere Einrichtung gereinigt und wieder gebraucht. Die Wellen-Drehvorrichtung besteht aus einem auf der Kurbelwelle angeordneten Schneckenrad, das durch eine ausrückbare Schnecke von einer einzylindrigen Dampfmaschine angetrieben wird.

Abb. 18 bis 20. Hauptmaschine. (Abmessungen nach Zahlentafel 4)

Die Abmessungen und Leistung der Maschine enthält Zahlentafel 4.

Zahlentafel 4. Abmessungen der Hauptmaschine und der angehängten Hilfsmaschinen.

	Durchmesser Zylinder mm	Durchmesser Kolben mm	Hub mm	Umlaufzahl Uml./min	Leistung PS_i t.h
Hauptmaschine	HD 700	—	1400	66	2800
	MD 1150	—	"	"	—
	ND 1880	—	"	"	—
Luftpumpe	—	580	650	"	—
Lenzpumpe	—	100	650	"	—
Klosettpumpe	—	150	650	"	—
Verdampferpumpe	—	50	250	"	1,6
Umsteuermaschine	—	170	150	—	—
Drehmaschine	—	175	200	—	—

Wellenleitung und Schraube.

Das Drucklager besitzt 6 Druckbügel, die durch Schraubenmuttern einstellbar sind. Die Wellenleitung von 375 mm Dmr. läuft in Ringschmierlagern mit Wasserkühlung, während die mit Bronzeüberzug versehene Schraubenwelle von 475, 425 und

385 mm Dmr. in einem Stevenrohr auf auswechselbaren Pockholzstäben gelagert ist. Die Schraube von 5,9 m Dmr. und 5,8 m Steigung hat vier bronzene Flügel, die an einer Gußeisennabe befestigt sind.

Kesselanlage mit Ölfeuerung.

Zur Dampferzeugung dienen drei Einender-Schiffkessel bewährter Bauart von je 237 m² Heizfläche für 14 at Betriebsdruck mit Schmidtschen Rauchrohr-Überhitzern von 117 m² Heizfläche für jeden Kessel. Die Kessel sind für Ölfeuerung eingerichtet und haben Ölbrenner für Zerstäubung durch Druck. Zum Betriebe der Ölfeuerungen sind die in Zusammenstellung 1, S. 315, Nr. 1 bis 8, aufgeführten Hilfsmaschinen und Apparate vorgesehen. Ihre Anordnung ist aus Abb. 21 und 22 zu entnehmen.

Die Hilfsmaschinen sind in einem besonderen Raume (Pumpenraum) untergebracht, um sie vor dem Verschmutzen zu schützen. Der Betrieb der Ölfeuerung gestaltet sich äußerst einfach: Die Heizöl-Betriebspumpe, deren eine genügt, während die andere in Reserve bleibt, saugt das im Tagestank auf etwa 40 bis 45° C vorgewärmte Öl durch das Saugfilter, in dem etwaige Verunreinigungen zurückgehalten werden, und drückt es durch einen oder beide hintereinandergeschaltete Vorwärme[r], durch die es auf etwa 120 bis 135° C erwärmt wird. In d[er] Druckleitung vom Vorwärmer nach den Ölbrennern ist das Druc[k]filter eingebaut, damit ein Verstopfen der Düsen sicher vermied[en] wird, ferner ist ein Druckwindkessel eingeschaltet, der ei[ne] gleichmäßige Entfaltung der Flamme gewährleistet. Der Druc[k]windkessel kann durch eine besondere Handluftpumpe nachg[e]speist werden. Von der Druckleitung vor den Kesseln führt ei[ne] Rückleitung zur Pumpe, wodur[ch] ein Umlauf des Heizöls und ein A[n]wärmen der Apparatur ermöglic[ht] wird. Die Handpumpe für Heiz[öl] wird nur im Falle des Versage[ns] der Betriebspumpen benutzt.

Abb. 21 und 22. Rohrplan für die Ölfeuerungsanlage.

a) Ölsaugleitung
b) Öldruckleitung
c) Ölrückleitung
d) Leckölleitung
e) Dampfleitung vom Kessel zum Überhitzer
f) Dampfleitung vom Überhitzer nach dem Sammelkasten
g) Hauptabsperrventile
h) Kesselsicherheitsventile
i) Hilfsdampfventile
k) Speiseventile
l) Abschaumventile
m) Überhitzer-Sicherheitsventile
n) Ölstandanzeiger der Bunker
o) „ der Tagestanks
p) Heizölsaugfilter
q) Heizölförderpumpen
r) Wechselventilkasten
s) Heizölvorwärmer
t) Heizöldruckfilter
u) Windkessel
v) Heizölhandpumpe
w) Windkessel mit Luftpumpe
x) Umwälzpumpe mit Ventilkasten

Die Trimmpumpe dient hau[pt]sächlich zur Füllung der Tage[s]tanks, zum Umpumpen der Bu[n]ker, zum Lenzen der Ölbilgen u[nd] gegebenenfalls zum Übernehm[en] des Heizöls und Füllen der Ölbu[n]ker. Für die Ölübernahme ist a[uf] dem Bootsdeck mittschiffs ein do[p]peltes Ölübernahmefilter angeor[d]net, an dessen Zuführungsrohr a[n] Backbord oder Steuerbord der Fü[ll]schlauch angeschlossen werd[en] kann. Die Übernahmefilter sind m[it] großen Löchern versehen, u[m] Fremdkörper zurückzuhalten, die [die] Rohrleitungen und Absperrschieb[er] verstopfen können. Von hier a[us] gelangt das Heizöl durch entsp[re]chende Schaltung in jeden belie[bi]gen Ölbunker und kann auch dur[ch] die Trimmpumpe von und na[ch] jedem beliebigen Bunker geförd[ert] werden. Zur Erwärmung des Ö[ls] in den Bunkern und Tagestanks d[ie]nen Dampfschlangen, die dicht üb[er] dem Boden liegen und mit Dam[pf] von 3 at geheizt werden. Zur Fe[st]stellung etwaiger Undichtigkei[ten] wird das Kondensat durch ein Sta[nd]glas auf Beimischung von Öl unt[er]sucht. Sämtliche Öl-Rohrleitung[en,] die von den Ölbunkern nach [den] Hilfsmaschinen führen, werden [mit] Dampf geheizt, so daß sie du[rch] dickflüssiges Öl nicht verstopft w[er]den können.

Bezüglich der Feuersicherheit w[er]den im Bordbetriebe große Anfo[rde]rungen gestellt. Es sind desh[alb] außer der üblichen Anzahl Minim[ax]apparate und Sandkästen für Feu[er]löschzwecke noch verschiedene [Si]cherheitsvorrichtungen eingeb[aut.] Alle Absperrschieber der Ölbun[ker] können durch Gestänge von D[eck] aus geschlossen werden, ebenso k[ön]nen die Betriebspumpen durch a[in] vom Deck aus absperrbare Dam[pf]zuführungsventil stillgesetzt wer[den.] Jeder Bunker ist mit einem Dam[pf]-Feuerlöschrohr versehen, durch [d]a[s] auch das Ausdämpfen für die V[or]nahme von Nachprüfungen erf[olgt.] Um die Ölbunker herum sowie [an] den Ölbrennern sind Leckgr[äben] und Leckkästen für abtropfende[s Öl] angebracht, die nach dem Schm[ier]öltank entleert werden, in dem [das] noch brauchbare Öl abgeschi[eden] und der Rest auf See über Bord [ge]pumpt wird. Jeder Bunker be[sitzt] ein Überlauf- und Luftrohr, di[e in] einem Sammelrohr vereinigt, [zu] der Überlaufzelle führen. Diese [ent]hält auch ein Luftrohr, das in [ü]ber Schornsteinhöhe mündet, so [daß] gegebenenfalls austretende Ölgase unschädlich sind. Der [Über]lauftank dient gleichzeitig als Expansionsgefäß und [ist] deshalb mit einer elektrischen Alarmvorrichtung vers[ehen,] die bei ⅓- und ⅔-Füllung der Zelle ein Zeichen d[urch] eine Lampe und einen parallel geschalteten Wecker [gibt.] Falls diese Vorrichtung versagt, tritt ein an dem Über[lauf]tank angebrachtes Sicherheitsventil mit Ablauf nach außen[bord] in Tätigkeit, sobald der Druck im Überlauftank auf [das] eingestellte Maß gestiegen ist. Zur Feststellung des Inh[altes] der Ölbunker sind Peilrohre mit Weir-Pendel eingebaut, di[e an] einem Lot befestigte Meßstellen haben. Der Inhalt der Bu[nker] kann für jede Meßstelle nach einer Zahlentafel festgestellt we[rden.]

Außerdem sind Pneumerkatoren eingebaut, die mit Federnanometern arbeiten und den Ölstand in jedem Bunker anzeigen. Die beiden Tagestanks haben außerdem noch eine mechanische Anzeigevorrichtung durch Schwimmer, Zeiger und Skala, so daß der Ölverbrauch stets doppelt nachprüfbar ist.

Die Betriebsergebnisse der gesamten Maschinen- und Kesselanlage sind sehr günstig und gehen aus dem folgenden Auszug des Maschinenbuches der dritten Reise Hamburg-Buenos Aires vom 4. bis 29. Oktober 1922 und zurück vom 16. November bis 12. Dezember 1922 hervor, Zahlentafel 5.

Hilfsmaschinen.

Die Hilfsmaschinen sind in Zusammenstellung 1, laufende Nummer 9 bis 26, aufgeführt, soweit sie nicht an die Hauptmaschine angehängt sind.

Zahlentafel 5.

S. „La Coruña“. Mittelwerte aus Ausreise und Heimreise Hamburg-Buenos Aires.
Dritte Reise vom 4. bis 29. Oktober und 16. November bis 12. Dezember 1922.

Tiefgang		Füllung vII			Uml./min	mittlerer Druck kg/cm²			indizierte Leistung PSi				Geschwindigkeit	Ölbrenner: Lochscheibendurchm. der Düse	Verbrauch einschl. der Hilfsmasch. f. d. Bordbetrieb der Kühl- u. d. elektr. Anlage			Schraubenverlust
vorn m	hinten m	HD-Zylind.	MD-Zylind.	ND-Zylind.		HD-Zylinder	MD-Zylinder	ND-Zylinder	HD-Zylind.	MD-Zylind.	ND-Zylind.	gesamt	Kn		Heiz-Öl kg/PSih	Masch.-Öl g/PSih	Zyl.-Öl g/PSih	vII
6,94	7,21	70	64,5	65	67,47	7,13605	2,31833	0,90528	1152,5	1010,5	1057	3220	11,925	1,8 mm	0,467	0,505	0,058	6,3

Temperaturen in °C																	Drücke					
					der Luft							des Heizöls					mm W.-S.		kg/cm²		Umdrehungen in der Minute der Gebläsemaschine	Doppelhübe der Betriebspumpe
Heißdampf	Schraubenrohröl	Seewasser	Umlaufwasser	Speisewasser	Kesselraum	Maschinenraum	an Deck	Rauchgase im Schornstein	im Windkanal	unter den Kesseln	über den Kesseln	im Heizöl-Gebrauchstank	im Heizöl-Tagestank	Saugeleitung der Betriebspumpe	hinter dem Heizölvorwärmer	an der Düse	im Luftkanal	vor der Düse	im Öl-windkessel	Kesseldruck		
00	25,5	20,6	41,6	111	32	38,5	23	238	119	37	45	28	37	37	134	128	23	6	8,5	14	149	16

Zusammenstellung 1.

Hilfsmaschinen und Apparate, die an die Hauptmaschine nicht angehängt sind.

fd. Nr.	Zweck	Anzahl	Bezeichnung	Durchmesser Flügel mm	Dampfzylinder mm	Pumpenzylinder mm	Hub mm	Doppelhübe in der Minute	Leistung
1	für Ölfeuerung	1	umschaltbarer Saug-Doppelfilter, je 660 cm² Filterfläche	—	—	—	—	—	—
2	„ „	1	umschaltbarer Druck-Doppelfilter, je 600 cm² Filterfläche	—	—	—	—	—	—
3	„ „	2	stehende Simplex-Betriebspumpen	—	150	100	200	16	2,5 t/h
4	„ „	1	stehende Simplex-Trimmpumpe	—	200	260	375	15	30 t/h
5	„ „	1	Handpumpe	—	—	—	—	—	—
6	„ „	2	stehende Vorwärmer, je 7 cm² Heizfläche	—	—	—	—	—	—
7	für Kesselfeuerungen	1	Gebläsemaschine mit zwei angekuppelten Einzylinder-Dampfmaschinen, hiervon eine in Reserve	2000	200	—	150	—	—
8	für Ölfeuerung	1	Luftpumpe mit Windkessel 100 l Inhalt	—	—	—	—	—	—
9	für Kondensator	1	Kühlwasserkreiselpumpe mit einer angekuppelten Einzylinder-Dampfmaschine	1100	220	—	220	—	—
0	für Speisewasser	1	doppelte Simplex-Dampfpumpe	—	250	180	600	20	28 t/h
1	„ „	1	Injektor	—	—	—	—	—	12.5 t h
2	„ „	1	Reiniger	—	—	—	—	—	28 t/h
3	„ „	1	Entlüfter	—	—	—	—	—	„
4	„ „	1	Schwimmertank mit Regelventil für den Zudampf der Speisepumpen	—	—	—	—	—	„
5	„ „	1	Hilfskondensator von 100 m² Kühlfläche mit vorgebautem Entöler	—	—	—	—	—	—
6	für Verdampfer von Seewasser	1	kombinierte Simplex-Pumpe für Lauge und Speisewasser	—	90	{70 / 50}	100	40	0,5 t/h
7	für Verdampfer von Seewasser	1	Verdampfer mit 10,15 m² Heizfläche, Heizung mit Aufnehmer-Abdampf von 1,5 at	—	—	—	—	—	0,5 t/h
8	für Speisewasser	1	Oberflächenvorwärmer von 13 m² Heizfläche, geheizt durch Abdampf der Hilfsmaschine	—	—	—	—	—	—
9	für Schmieröl	1	Rückgewinnung und Reinigungsanlage	—	—	—	—	—	—
0	für Verschiedenes	1	Hilfs-Duplex-Dampfpumpe	—	260	180	300	40	65 t h
1	für Ballastwasser (Verschiedenes)	1	Duplex-Dampfpumpe	—	200	260	350	40	150 t/h
2	für Trinkwasser	1	Duplex-Dampfpumpe	—	100	100	150	40	15 t/h
3	für Kühlzwecke	1	mit einer Dampfmaschine gekuppelte Kohlensäuremaschine	—	250/90	—	300/250	100	60 000 kcal/h
4	für Speisung des Netzes	2	Dampf-Dynamomaschinen, Verbundmaschinen mit 10 at Betriebsdruck	—	{250 / 420}	—	250	315	65 kW
5	für Speisung des Netzes im Hafen (Notbeleuchtg.)	1	Rohölmotor, gekuppelt mit Generator	—	2×160	—	240	400	15 kW/24 PS_e
6	für Winden	2	Elektromotoren für Proviantwinden von 500 kg Tragkraft	—	—	—	—	—	—
7	für Verschiedenes	6	Elektromotoren für Luftkükler im Fleischraum, Gemüseraum, Antrieb der Solepumpen (2), Teigknetmaschine und Werkstattmaschinen	—	—	—	—	—	—
8	für Kühlmaschine	1	Duplex-Dampfpumpe	—	150	150	200	40	15 t/h
9	„ „	2	Sole-Kreiselpumpen	170	—	—	—	2300	je 15 m³

Zur Kühlung der Proviantträume ist eine mit einer Dampfmaschine gekuppelte stehende Kohlensäure-Kühlmaschine aufgestellt, die für Solekühlung eingerichtet ist. Diese Maschine leistet 60 000 kcal/h bei einer Temperatur von 18° C des Kühlwassers, kühlt in etwa 12stündigem Betriebe die Räume durch die Kühlrohrleitung und erzeugt außerdem täglich 100 kg Blockeis. Die Kühlwasserpumpe ist getrennt von der Kühlmaschine aufgestellt. Zur Aushilfe und in See kann die unter 9) in Zusammenstellung 1 aufgeführte Kühlwasserpumpe verwendet werden. Für den Umlauf der Sole durch die Kühlrohrleitung sind zwei elektrische Kreiselpumpen vorgesehen, von denen eine für den Vollbetrieb genügt, während die andere zur Aushilfe dient. Im Fleischraum und im Gemüseraum ist außer den Kühlrohren noch je ein trockener Luftkühler mit mechanischem Luftumlauf eingebaut, wodurch die leicht verderblichen Nahrungsmittel besser erhalten bleiben.

Elektrische Anlage.

Als Primärmaschinen sind zwei Dampfdynamomaschin aufgestellt, Zusammenstellung 1, Nr. 23. Diese Maschinen werd mit Dampfdruck von 10 at betrieben, der Abdampf kann wal weise nach dem Hauptkondensator, dem Hilfskondensator, de Vorwärmer oder in das Freie geleitet werden. Für Hafen- u Notbeleuchtung und für die F.T.-Station ist ein sofort mittels Zün patrone arbeitsbereiter kompressorloser Rohölmotor auf de Hauptdeck aufgestellt, der mit einem Generator von 15 kW L stung gekuppelt ist. Die Leitungsnetze der Kraftanlage, Beleuc tungsanlage und Notbeleuchtungsanlage sind getrennt angeordn Die Schaltung ist so getroffen, daß die einzelnen Stromkreise u auch der Notstromkreis von jeder der Primärmaschinen gespe werden können. Die Notdynamo speist dagegen nur den N stromkreis und die für den Hafenbetrieb vorgesehenen Lamp und Motoren. [1620]

BÜCHERSCHAU.

Die Erdöllagerstätten und übrigen Kohlenwasserstoffvorkommen der Erdrinde. Grundlagen der Petroleumgeologie. Von E. Blumer. Stuttgart 1922, Ferdinand Enke. 442 S. mit 125 Abb.

Durch Einführung des Dieselmotors und der Ölfeuerung auf Schiffen wie überhaupt durch die rasch wachsende Verwendung von Erdölen als Brennstoffe ist der Besitz von Erdöllagerstätten von größter volkswirtschaftlicher Bedeutung geworden. Das vorliegende Werk ist daher sehr zeitgemäß.

In der Einleitung werden der geologische Aufbau der Erde und die in den verschiedenen Zeiten vorhandenen Tierformen in Zusammenhang mit der Entstehung des Erdöles kurz behandelt. Auf die chemischen Eigenschaften der mannigfaltigen Kohlenwasserstoffverbindungen wird näher eingegangen.

Der Verfasser hat beinahe ein ganzes Jahrzehnt Erdölquellen der alten und der neuen Welt untersucht und bewertet und liefert im ersten Teile, der die Erdölanzeichen behandelt, an der Hand zahlreicher guter Lichtbilder eine Beschreibung der Erde nach einer Seite hin, die bisher im allgemeinen weniger beachtet worden ist und uns mit Gasbrunnen und ewigem Feuer, Ölquellen, Schlammsprudeln, Pechseen usw. bekannt macht.

Im zweiten Teile werden die erdölführenden Gesteine beschrieben, wobei besonders auf die Porosität der Gesteine hingewiesen wird. Gesteinporen sind es vor allem, die Erdöl enthalten. Mit Erdöl gefüllte größere Hohlräume bilden im allgemeinen die Ausnahme. Der Porenraum verschiedener Gesteine und Sande schwankt nach Blumer zwischen 0,1 bis 50 vH. Dieser Porenraum erklärt zwanglos die Fassungskraft der Gesteine für Wasser, Öl und Gas. Von größter Wichtigkeit für die Ergiebigkeit von Erdöllagern ist die Durchlässigkeit der Gesteine. Die Strömungsgeschwindigkeit im Porenraum ist abhängig von der Viskosität der Flüssigkeit und verhältnisgleich dem Quadrat der Porengröße. Wasser, Öl und Gas sind daher fast unzertrennlich mit undurchlässigen Gesteinen verknüpft. Undurchlässige Gesteine wie Tone und Mergel schließen die Lagerstätten ab und verhindern das Entweichen von Öl und Gas. Zwar hat man Kohlenwasserstoffe auf Kometen, Meteoriten und auf manchen Fixsternen nachgewiesen und auch in vulkanischen Gebieten Ölquellen als große Ausnahmen gefunden, aber, von solchen vereinzelten Ausnahmen abgesehen, liegen die ungezählten Ölquellen, Gasbrunnen und Ölanzeichen in sedimentären Gebieten (Schichtgesteinen). Tone und Kalke jeden geologischen Alters, vor allem die aus dem Tertiär, wo die Entwicklung der Säugetiere den Höhepunkt erreichte, führen Öl.

Der dritte Teil handelt vom Bau der Erdöllagerstätten und gibt Erklärungen dafür, wie es kommt, daß stellenweise der Porenraum des Gesteines Öl in unerhörter Menge führt, während im Umkreis Tausende von Quadratkilometern ölfrei sind. Die Frage der Antiklinale wird hierbei eingehend erörtert, die besagt, daß Öl und Wasser sich im Porenraum ebenso scheiden müssen wie in einem Gefäß, daß also das Öl auf dem Wasser schwimmen und dort in großer Menge auftreten muß, wo undurchlässige Gesteine eine Kuppel über beiden Flüssigkeiten bilden. Blumer weist jedoch darauf hin, daß auch Öllager in Schenkelgebieten, vereinzelt in Mulden, vorkommen, und daß die ausgedehntesten Ölfelder nicht in Faltenzonen der Kettengebirge, sondern im flachen weiten Tafellande liegen, und führt hierfür eine große Anzahl von Beispielen an.

Der vierte Teil befaßt sich mit dem Inhalt und Ertrag der Lager, also hauptsächlich mit der Praxis der Ölgewinnung. Beachtenswert ist, daß die Zunahme der Weltjahreserträge seit dem Jahre 1859 ziemlich gleichmäßig ansteigt, und zwar mit der dritten Potenz der seit 1859 verflossenen Jahre, etwa nach der Gleichung $E = 480\,(n - 1859)^3$ hl, wo n die Jahreszahl. Das macht für das Jahr 1920 einen Weltertrag von rd. 1 Milliarde hl; 1910 war es etwa die Hälfte.

Der fünfte Teil, gewissermaßen der fünfte Akt dieser lebendigen Darstellung, ist mit „Genesis" überschrieben und berichtet von dem Werdegang des Erdöles, das heute vielleicht die Welthäfen verschmutzt und das vor ungezählten Jahren in Gestalt abgestorbener Lebewesen wie ein andauernder Regen auf den Meeresboden hinabsank oder im blauen Schlamme der Kontinente sein Grab fand. Ku in dem Leben von gestern liegt die Quelle des Erdöls von heute. [B 1606] W. Schmidt

Norddeutscher Lloyd Bremen. Jahrbuch 1921/22. Die deutsc Seeschiffahrt unter besonderer Berücksicht gung des Norddeutschen Lloyd. Bremen 1922, Fr Leuwer.

Das Jahrbuch des Norddeutschen Lloyds von 1921/22 hat noch imm nur Zweidrittel des vor dem Kriege üblichen Umfanges, sein Inhalt darum kaum weniger wertvoll als früher. Er beweist, wie der v früheren Generaldirektor Heineken vorausgesagte „Schrecken oh Ende" eingetreten ist. Nicht nur auf uns, auf allen Völkern lastet Druck von Versailles, was besonders aus der Lage der Seeschiffahrt h vorgeht. Der jetzige Generaldirektor des Lloyd, Stimming, hat hi über einen viel beachteten Vortrag am 27. März vorigen Jahres gehalt der im vorliegenden Jahrbuch an erster Stelle gebracht wird. W haben hierüber in „Technik und Wirtschaft" 1922 S. 392 richtet. Stimming, der vor allem auf Deutschland Bezug nim konnte in seinem Vortrage selbstverständlich nicht die Bel statistischer Art bringen, die ihn zu seiner Ansicht führt Das Jahrbuch holt dies mit einem sehr eingehenden Beit von Dr. W. Kempermann nach, dem eine große Anzahl stati scher Tabellen über denselben Gegenstand beigegeben sind. Die Üb schrift lautet: „Die Weltwirtschaft im Jahre 1921 im Rahmen der we wirtschaftlichen Entwicklung". Im einzelnen werden behandelt: Welthandelsflotte, die wichtigsten Rohstoffe, der Weltverkehr und Lage der Seeschiffahrt in den einzelnen Ländern. Der Beitrag k die natürlichen Tatsachen und die willkürlichen Maßnahmen der M schen auf, die die heutige Entwicklung der Weltschiffahrtsverhältni beeinflußt haben; und der Verfasser weist am Schlusse darauf daß es einer ganz gewaltigen Änderung der wirtschaftlichen Verh nisse bedarf, ehe für den vorhandenen Schiffbau Beschäftigung funden werden kann.

Heute baut England, nebenbei bemerkt, Schiffe auf Spekulat weil man sie nie wieder so billig zu erhalten glaubt als gerade dieser Zeit. Das nächste Jahrbuch wird uns darüber aufklären, man sich nicht auch in diesem Jahre getäuscht hat.

Der dritte Beitrag behandelt den Bremer Schiffsverkehr und handel im Jahre 1921 und zeigt unter andern, wie die Anzahl Schiffe aus fremden Ländern von Monat zu Monat seit Friedenssc zunahm.

Der vierte Beitrag von Th. Kränzlein, Syndikus des Bremer Ree vereins, lautet: „Ein Beitrag zur Sozial- und Lohnpolitik in der schiffahrt" und behandelt damit ein auch heute noch heiß umstritt Gebiet. Gebracht werden die zwischen den verschiedenen einschläg Verbänden vereinbarten Heuersätze und Arbeitsbedingungen vom 18. 20. September 1920 sowie vom 21. und 22. April 1922 und das Ta abkommen vom 12. Juli 1921.

Im fünften Beitrag erklärt Kapitän Johs. Müller, Bremerha die „Neuzeitlichen Hilfsmittel der Nautik": U. T.-Apparate, Fun telegraphie, drahtlose Telephonie, Leitkabel, Schallmessung, Lo fahren, neue Log- und Kompaßausführungen, die sämtlich durch Krieg sehr entwickelt worden sind.

Im sechsten Beitrag behandelt Postrat H. Thurn, Berlin, die d lose Telegraphie und Telephonie mit Rücksicht auf ihren hohen für Seeschiffahrt und Welthandel noch einmal gesondert.

Im letzten Beitrag beschreibt Syndikus Dr. Heinz Flügel Verlauf des geplanten Hansakanales, auf den sich die in Frage menden Stellen geeinigt haben; hierbei wird auf den Nutzen gewiesen, der aus der Verbindung des deutschen Industriegebietes den deutschen Seehäfen hervorgeht.

Im zweiten Teile werden die inneren Angelegenheiten des deutschen Lloyds behandelt: Geschäftsbericht, außerordentliche Ge versammlungen, die Flotte des Lloyds, Wiedereröffnung des Fahr dienstes nach Amerika, Fahrgast- und Frachtraten 1921/22, Lloyd dienst; der dritte nennt die Verwaltungspersonen. In Inhalt und wand stellt sich der letzte Jahrgang den früheren würdig an die

Schmi

Die wirtschaftlichen Aussichten für den Motorsegler.

Von Dipl.-Ing. R. Erbach, Prokurist der Fried. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel-Gaarden.

Es wird gezeigt, daß das Segelschiff besonders durch den Einbau einer geeigneten Hilfskraft und durch konstruktive Verbesserungen des Schiffskörpers erheblich an Wirtschaftlichkeit gewinnt, daß diese Entwicklung zwar noch auf den Anfangsstufen steht, aber trotzdem auf Grund der heutigen Erfahrungen auf gewissen Fahrtstrecken schon eine mindestens gleiche Wirtschaftlichkeit des Seglers wie des Dampfers erwarten läßt.

Während des Krieges sind die Kohlenpreise, Schiffspreise und Frachten auf das Mehrfache des Friedenswertes gestiegen. Während heute Schiffspreise und Frachten im Hinblick auf die Dollarwährung wieder nahezu den riedensstand erreicht haben, ist der Kohlenpreis noch etwa 2- s 3mal so hoch wie vor dem Kriege. Die Wirtschaftlichkeit er Dampfschiffe leidet hierunter außerordentlich, so daß heute as von der Kohle unabhängige Segelschiff wieder an Bedeutung ewinnt. Vor dem Kriege war der Anreiz der Kohlenersparnis eim Segler nicht stark genug, um die Nachteile dieser Schiffs- t, nämlich längere und unbestimmte Reisedauer, auszugleichen. eute ist nicht nur dieser Anreiz erheblich größer, sondern die achteile können durch die technischen Fortschritte der letzten ahre erheblich vermindert werden.

Die größere und unbestimmte Reisedauer eines Seglers wird cht dadurch verursacht, daß die Geschwindigkeit des Seglers i günstigem Winde geringer ist als die des Frachtdampfers, ndern dadurch, daß der Segler in Gebieten sehr schwacher oder idriger Winde so lange aufgehalten wird, daß er trotz übergener Geschwindigkeit bei günstigen Winden eine längere Reiseuer hat als der Dampfer. Es liegt nun der Gedanke sehr nahe, m Segler für diese verhältnismäßig kurzen Strecken eine aschinelle Hilfskraft mitzugeben, die naturgemäß lange nicht stark zu sein braucht wie die Maschine eines Frachtdampfers, aber genügt, den Aufenthalt erheblich abzukürzen. Der große orteil der Hilfsmaschinen für die Durchquerung von Stillenrteln ist ohne weiteres klar. Ein reiner Segler braucht zu eser Durchquerung eine außerordentlich lange Zeit, weil er sich en nur sehr langsam und oft tagelang überhaupt nicht fortwegen kann. Ein ganz kleiner Hilfsmotor, der dem Schiffe r wenige Knoten Geschwindigkeit gibt, kann aber die Reiseuer schon um viele Tage abkürzen. Es ist daher verwunderh, daß man seit der Erfindung der Dampfmaschine jahrzehnteng nicht auf den Gedanken gekommen ist, den Seglern für die rchquerung solcher Stillengürtel eine ganz kleine Dampfschine mitzugeben. Erst in neuerer Zeit hat man einige große gler mit verhältnismäßig starken Dampfmaschinen ausgerüstet, nicht nur in Windstillen, sondern auch bei widrigen Winden e wirkungsvolle Hilfskraft zu besitzen. Hierfür ist nun allergs die Dampfmaschine wegen ihres großen Raum- und Gehtbedarfs, insbesondere für die Bunkerkohle, sowie wegen er geringen Betriebsbereitschaft durchaus nicht geeignet. Die rsuche mit Hilfsdampfmaschinen haben daher auch zu keinem en Ergebnis geführt. Erst durch die Herstellung betriebherer und billiger Ölmotoren ist die geeignete Maschine für Segelschiffahrt gefunden worden. Leider geschah dies erst den letzten Jahren, nachdem die Segelschiffahrt mit großen glern schon fast ganz ausgestorben war, so daß die Wiederebung der Segelschiffahrt mit modernen Motorsegelschiffen sehr große Schwierigkeiten stößt, obschon die wirtschaftlichen rteile des Motorseglers allgemein anerkannt werden. Bedenkt n, daß vor dem Kriege gut gebaute und geschickt geführte große ler auf gewissen Strecken den Wettbewerb der Dampfer austen konnten, so kann man annehmen, daß heute bei den erten Kohlenpreisen ein mit einem Hilfsmotor versehener Segler Wettbewerb des Dampfers erst recht nicht zu scheuen braucht.

Bevor in einen Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Dampn und Motorseglern eingetreten wird, sollen die Anwendungslichkeiten des Hilfsmotors und die damit erzielten navigatohen Vorteile kurz aufgestellt werden. Die Verwendung des fsmotors in der Windstille wurde schon erwähnt. Es ist für sen Zweck ziemlich gleichgültig, ob das Schiff mit dem Motor der 8 Kn läuft, denn die zu durchlaufenden Strecken sind vernismäßig klein. Mit Rücksicht auf die Billigkeit der Anlage des Betriebes wird für diesen Zweck eine Geschwindigkeit 6 bis 6½ Kn genügen. Sehr wertvoll kann der Motor werden die Verbesserung des Kurses oder der Lage des Schiffes. Dem orsegler ist hierdurch die Möglichkeit gegeben, den durch nd, Strömung, Küsten- und Fahrwassergestaltung oft stark nflußten Kurs des reinen Seglers abzukürzen oder sicherer zu alten. Der Motorsegler kann manche Ecke abschneiden, die Segler vorsichtig umgehen muß und, dank seiner gesicherten növriereigenschaften, Kurse absetzen, die er ohne Motor nicht en würde.

Der Führer eines Motorseglers vermag mit einiger Sicher- die Fahrtdauer für eine kurze Strecke zu übersehen. Er n daher in vielen Fällen die kurze Zeit bis zum Eintreten eines uszusehenden Witterungs- oder Gezeitenwechsels noch ausen, um eine durch diesen Wechsel gefährdete Strecke noch nell zu durchlaufen, oder eine Hafeneinfahrt zu gewinnen, die t nicht mehr oder nur unter Gefahr zu erreichen wäre. Der itän eines reinen Seglers muß dagegen viel vorsichtiger sein, r damit zu rechnen hat, durch Versagen des Windes nicht rechtzeitig vor dem Wetterumschlag aus der gefährlichen Gegend herauszukommen. Er muß manche Gelegenheit ungenutzt vorübergehen lassen, die der Motorsegler noch wahrnehmen kann. Es sind Fälle bekannt, in denen der Motorsegler dadurch gegen einen Segler mehrere Wochen gewann, daß er die kurze Pause zwischen zwei Stürmen benutzen konnte, um von dem angelaufenen Schutzhafen in den Bestimmungshafen zu gelangen, was der reine Segler nicht konnte. Viele Segler gehen verloren, wenn sie in der Nähe der Küste von auflandigem Sturm getroffen werden. Der Motorsegler kann sich weit besser von der Küste freikreuzen als ein Segler, und er kann, was noch wichtiger ist, vor dem Einsetzen des Sturmes, dem oft Windstille vorangeht, sich mit Motorkraft aus dem gefährlichen Bereich der Küste retten. Auch kann er oft vor dem Einsetzen des Unwetters schnell unter Landschutz fahren, während der Segler, vielleicht in Flaute treibend, den Sturm auf offener See hilflos über sich ergehen lassen muß.

Es ist kaum erforderlich, auf die großen Dienste hinzuweisen, die der Motor in schwerem Wetter zu leisten vermag, wenn nur wenig Segel gefahren werden können und die Manövrierfähigkeit nur gering ist. Beim Lenzen vor dem Sturm gibt der Motor mehr Stetigkeit im Kurs und sichert das Schiff gegen Querschlagen. Die Geschwindigkeit vor der See kann erhöht und dadurch vermieden werden, daß die See das Schiff von hinten überläuft. Schließlich ist das so gefürchtete Beidrehen im Sturm mit Hilfe des Motors schneller und gefahrloser auszuführen. Es würde zu weit führen, im Rahmen einer technischen Abhandlung alle die Möglichkeiten auszuführen, wie der Motor zur Verminderung der Gefahren der Segelschiffahrt benutzt werden kann.

Schnelle Segelschiffreisen können nur durch Verwertung meteorologischer Erfahrungen und Beobachtungen gemacht werden; Umsicht und Erfahrung, Eifer und schneller Entschluß der Schiffsführung sind hierbei von ausschlaggebender Bedeutung. Der Motorsegler bietet den meteorologischen Künsten eines tüchtigen Kapitäns ein weit größeres Betätigungsfeld, denn er kann leichter als der reine Segler dahin fahren, wo guter Wind zu erwarten ist. Es wird meistens möglich sein, die günstige Seite einer herannahenden barometrischen Depression zu gewinnen, oder doch zum mindesten dem Kern aus dem Wege zu gehen. Die Funkentelegraphie, die auf keinem großen Motorsegler fehlen sollte, vervollständigt durch Wetternachrichten das Bild, welches sich der Kapitän durch eigene Beobachtung von der Wetterlage macht, und erweitert so die Möglichkeit, mit Hilfe des Motors in den Bereich guter Winde zu gelangen.

In allen diesen Fällen ist ein möglichst starker Motor von besonderem Wert, denn besonders in Not ist große Geschwindigkeit mit Hilfe des Motors sehr wertvoll, und die Dauer der Benutzung ist so kurz, daß der Ölverbrauch hier keine Rolle spielt.

Der Motor kann bei nicht zu ungünstigen Witterungsverhältnissen in engen Fahrwassern, Kanälen und Hafeneinfahrten den Schlepper ersetzen, wodurch nicht nur Zeit, sondern auch erhebliche Kosten gespart werden.

Das Aufkreuzen eines Seglers gegen widrigen Wind verlängert die Reisedauer ganz erheblich. Selbst unter den günstigsten Verhältnissen wird man mit einem reinen Segler, wenn der Wind genau gegen die Kursrichtung weht, nur selten einen größeren Fortgang in der Kursrichtung als 5 Kn erzielen können. In einem solchen Falle wird man also schon Vorteile haben, wenn die Fahrgeschwindigkeit mit dem Motor allein unmittelbar gegen den Wind über 5 Kn beträgt. Bei leichtem Winde wird der Motorsegler deshalb immer mit festgemachten Segeln gegen den Wind anfahren; bei zunehmendem Wind aber vermindert der große Windfang der Takelage in Verbindung mit der geringen Maschinenstärke des Motorseglers die Fahrt sehr schnell, so daß man je nach der Art der Takelung, des Belastungszustandes des Schiffes und der Stärke des Seeganges schon bei Windstärke 5 bis 7 überhaupt keinen Fortgang mehr mit dem Motor allein gegen den Wind erzielen kann. Schon bei etwas geringeren Windstärken wird das Kreuzen vorteilhafter als das Gegenanfahren.

Es ist vielfach gegen den Motorsegler geltend gemacht worden, daß er bei starken widrigen Winden mit seinem Motor auch nichts anfangen könne und dann dem reinen Segler in keiner Weise überlegen sei, wenn man ihm nicht einen Motor gebe, der ihn gegen steifen Wind noch fortbewegen könne. Würde man dies aber tun, so ginge die Wirtschaftlichkeit des Motorseglers wieder verloren. Dieser Einwand würde, wenn er zuträfe, allerdings den Wert des Hilfsmotors erheblich herabsetzen. Die gleichzeitige Verwendung von Motor und Segel beim Kreuzen verbessert aber die Kreuzeigenschaften des Seglers so, daß es gar nicht unbedingt nötig ist, mit dem Motor allein unmittelbar gegen steife Winde anzufahren. Da diese Anwendung des Hilfsmotors von außerordentlicher Wichtigkeit ist, soll sie etwas näher untersucht werden.

Unter der Annahme, daß der Wind genau gegen die Kursrichtung weht, wird der nützliche Weg eines kreuzenden Seglers ausgedrückt durch die Formel $v \cos \alpha$, worin v die Schiffsgeschwindigkeit und α den Winkel zwischen Fahrtrichtung und Windrichtung darstellt, Abb. 1. Da bei einem Handelsschiff α je nach den Verhältnissen zwischen 65° und 80° liegt, so nimmt der nützliche Weg bei Verkleinerung von α sehr schnell zu. α setzt sich zusammen aus dem Winkel β und dem Winkel γ zwischen gefahrenem und gesteuertem Kurs, Abb. 2. Der Winkel γ heißt Abtrift und seine Tangente ist gleich der Geschwindigkeit v_2 quer zur Schiffsrichtung, geteilt durch die Geschwindigkeit v_1 in der Schiffsrichtung. Die Geschwindigkeit in der Schiffsrichtung ist verhältnisgleich der Quadratwurzel aus der in der Richtung des Schiffes wirkenden Komponente des Segeldrucks. Sie wird vermindert durch die gegen die Fahrtrichtung wirkende Komponente des Winddrucks auf den Schiffskörper und die Takelage. Die Geschwindigkeit quer zur Schiffsrichtung ist abhängig von der Größe der seitlich wirkenden Komponente des Winddrucks auf die Segel, den Schiffskörper und die Takelage. Je geringer der Fahrtwiderstand des Schiffes, desto größer die Geschwindigkeit in der Schiffsrichtung; je größer der Seitenwiderstand des Schiffes, desto geringer die Abtrift. Verkleinert man den Winkel β, so wird $\cos \alpha$ größer, v aber kleiner, da die Komponente des Segeldruckes in der Fahrtrichtung abnimmt, die verzögernde Komponente des Winddruckes auf Schiffskörper und Takelage zunimmt, und ein Teil des in $\cos \beta$ gewonnenen Wertes geht dadurch verloren, daß bei verminderter Geschwindigkeit der Abtriftwinkel wieder größer wird.

Abb. 1 und 2.

Beim gewöhnlichen Handelsschiff kann man aus diesen Gründen nicht viel mehr als 60 bis 65° an den Wind gehen. Man muß einen so großen Winkel wählen, damit die Geschwindigkeit in der Fahrtrichtung nicht zu gering wird. Vermehrt man die Geschwindigkeit durch Zusetzen der Motorleistung, so wird die Geschwindigkeitssteigerung nicht bedeutend sein, wenn der Segler unter Segel allein schon eine gute Geschwindigkeit, vielleicht 7 Kn erreicht; man wird vielleicht auf 9 Kn kommen. Hierdurch wird die Abtrift nur wenig geringer, da bei dieser Geschwindigkeit der Abtriftwinkel unter Segel allein auch nur etwa 5 bis 10° beträgt. Der nützliche Weg wird daher auch nicht wesentlich vergrößert. Verkleinert man aber den Anliegewinkel β bei Zusetzen der Motorleistung so lange, bis die Geschwindigkeit unter Segel allein auf beispielsweise 1 bis 2 Kn heruntergeht, und setzt man dann die Motorleistung zu, so erreicht man wieder die Geschwindigkeit von etwa 7 Kn, und auch der Abtriftwinkel wird etwa derselbe sein wie vorher. Nun wächst aber der nützliche Weg mit dem Cosinus des Winkels α, und da man nach dem oben Gesagten diesen Winkel von etwa 70° auf etwa 50° verkleinern kann, ohne an Fahrtgeschwindigkeit einzubüßen, so ist der nützliche Weg fast doppelt so groß als vorher.

Dem reinen Segelschiffmann wird dies zunächst nicht ganz einleuchten, da er weiß, daß ein Handelsschiff, das 4 Strich oder 45° am Winde liegt, fast keine Fahrt mehr voraus macht und stark seitlich abtreibt. Es erweckt deshalb den Anschein, als ob dann die Segel nahezu wirkungslos wären. Dies ist aber nicht der Fall, denn der Segeldruck hebt den erheblichen, nach rückwärts wirkenden Winddruck auf Schiff und Takelage auf, so daß der nun einsetzende Motor nur die Zunahme des Winddruckes durch die Fahrtsteigerung neben dem Wasserwiderstand zu überwinden hat. Weht der Wind nicht genau aus der Kursrichtung, sondern beispielsweise 25° seitlicher, so wird bei einem Schlag, im sogenannten Streckbug, der Winkel α um 25° kleiner. Auf dem Streckbug bringt es daher nicht mehr viel Vorteil, hoch an den Wind zu gehen, da $\cos \alpha$ bei weiterer Verkleinerung des Winkels nicht mehr viel zunimmt. In diesem Falle wird man besser v vergrößern und den Anliegewinkel nicht wesentlich gegen den eines Segelschiffes verkleinern. Auf dem andern Bug hingegen addiert sich der Winkel von 25° zu α, so daß α bei einem reinen Segler auf etwa 90° und darüber wächst und mithin auf diesem Bug kein nützlicher Fortgang erzielt wird. Für den Motorsegler läßt sich aber auch auf diesem Bug durch höheres Anliegen ein erheblicher Vorteil gegen den Nursegler erzielen, da $\cos \alpha$ gerade bei α um 90° herum bei Verkleinerung des Winkels α schnell zunimmt. Man kann also, selbst wenn es nicht möglich ist, mit dem Moto allein gegen den Wind anzufahren, mit Motor und Segel zusamme erfolgreich aufkreuzen, da gerade beim Aufkreuzen sich di Leistungen von Motor und Segel am wirkungsvollsten vereinigen

Weitere Vorteile bietet der Motor beim Kreuzen in enge Fahrwassern, wo häufig gewendet werden muß. Durch die Wen dung, die entweder durch Überstaggehen oder durch Halsen aus geführt wird, verliert ein reiner Segler nicht unbeträchtlich a Fahrt und durch Zurücktreiben an nützlichem Weg. Wenn de Motor in der Wendung mitläuft, wird dieser Verlust erheblic herabgemindert. Große Segelschiffe verlieren, wenn sie in enge Fahrwassern kreuzen und oft wenden oder halsen müssen, fa ihren ganzen Gewinn an nützlichem Weg, den sie in einem Schla gemacht haben. Auch muß ein reiner Segler, wenn er wende bei ungünstigen Witterungsverhältnissen 1 bis 2 Seemeilen von de Fahrwassergrenze abbleiben, weil beim Versagen der Wendun das Schiff sonst in Strandungsgefahr gerät. Der Hilfsmoto macht aber die Wendung so sicher, daß der Kapitän erheblic dichter an die Fahrwassergrenze herangehen kann; hierdurc wird die Länge der Schläge vergrößert und die Anzahl der Wen dungen verkleinert. Durch höheres Anliegen wird außerdem de Winkel, unter dem das schmale Fahrwasser durchkreuzt wir spitzer. Das Überstaggehen wird einfacher und die Anzahl de Schläge auch hierdurch geringer. Ein großer Motorsegler wi deshalb in engen Fahrwassern noch kreuzen können, wenn d reine Segler dies nicht mehr kann. Der Motorsegler ähnelt i seinen Kreuzeigenschaften mehr einer Yacht, die ja auch dar ihrer verhältnismäßig größeren Geschwindigkeit erheblich höh anliegen kann als ein Handelsschiff.

Die Schwäche des Motorseglers, die darin liegt, daß d Motor zu schwach ist, um mit ihm allein unmittelbar gegen stei Winde anfahren zu können, wird dadurch wieder aufgehoben, d seine Kreuzeigenschaften unter Motor und Segel zusammen ga ausgezeichnet sind.

Der Mangel einer geeigneten Hilfskraft ist aber nicht alle dafür ausschlaggebend gewesen, daß die Segelschiffe dem We bewerb des Dampfers erlegen sind. Die Fortschritte der Techn sind leider dem Segelschiff in viel geringerem Maße zugute g kommen als dem Dampfer. Es mag dies dadurch veranlaßt se daß man nur im Dampfer das Schiff der Zukunft sah, so d Reederei und Technik das Segelschiff jahrzehntelang vernac lässigt haben. Auf einem Segelschiff ist z. B. die Frage d Wasserballastes noch kaum ernstlich behandelt worden. F kein Segelschiff besitzt Einrichtungen hierzu, es muß, wenn keine Ladung hat, festen Ballast in Form von Sand einnehm was nicht nur viel Geld, sondern auch sehr viel Zeit kostet. Se zeitraubend ist ferner das Löschen und Beladen eines Seg schiffes, denn im Vergleich zu einem Dampfer sind die Einric tungen hierfür, selbst auf den neusten Segelschiffen, sehr p mitiv. Auch die übrigen Hilfsmaschinen und Einrichtungen Segler stehen weit hinter denen der Dampfer zurück. Im ko struktiven Aufbau des Schiffskörpers und in der Besegelu selber bietet sich dem Schiffbauingenieur noch ein weites F Während des Krieges und in den ersten Jahren danach sind vielen Ländern, besonders aber in Amerika, zahlreiche Mot segler auch von großen Abmessungen gebaut worden. Aber di Bauten erfolgten unter dem Druck der Kriegsverhältnisse, m wollte möglichst schnell Schiffsraum schaffen, und so es zu erklären, daß alle diese Motorsegler nicht sehr ho wertig waren. Insbesondere waren sie fast durchweg aus H gebaut, hatten entweder Dampfmaschinen oder unzuverl sige Motoren, und auch ihre übrigen Schiffseinrichtungen z ten eher einen Rückschritt als einen Fortschritt gegen die Seg der Vorkriegszeit. Diese Schiffe haben dazu beigetragen, den der Motorsegler und die Bewertung dieses Schiffstyps herabzuset Unter den fast tausend Motorseglern aller Größen, die Schiffsregister aufweist, befinden sich nur ganz vereinzelt konstruierte größere Schiffe. Es ist nicht zu verwundern, d die Versicherung deshalb Motorseglern gegenüber außerordentli zurückhaltend ist, und die Versicherung der Motorsegler, bes ders aber der Ladung in solchen Schiffen, heute noch auf gr Schwierigkeiten stößt, welche die Wirtschaftlichkeitsberechn gen umstoßen. Die Versicherung verhält sich deshalb beson ablehnend, weil sie bei der verhältnismäßig geringen An großer Motorsegler lieber auf die Einbeziehung solcher Sch ganz verzichtet, als daß sie ein, wenn auch nur eingebild Wagnis eingeht. Erst wenn die Versicherung großer Mo segelschiffe, genau wie die der Dampfer, ein ergiebiges Gesc ist, werden die Prämien infolge des Wettbewerbs der einzel Gesellschaften heruntergehen, und wird das Versicheru gewerbe mehr Entgegenkommen zeigen. Hierzu gehören fe längere Erfahrungen mit wirklich gut gebauten großen Mo seglern, die zurzeit noch nicht vorliegen.

Solange die Frage der Versicherung, insbesondere Ladungsversicherung, nicht geklärt ist, haben daher die W schaftlichkeitsberechnungen, die namentlich unter den heu Zeitverhältnissen sehr schwierig sind, wenig Wert. Es se aber trotzdem nachstehend einige Angaben gemacht werden, denen hervorgeht, daß selbst bei höherer Versicheru prämie für das Schiff die Wirtschaftlichkeit eines Mo seglers auf vielen Fahrtstrecken und für gewisse Ladu

ıten größer ist, als die eines Dampfers. Für das Beiɔiel sei die Strecke England-La Plata gewählt. Das Schiff ɪi eine Viermastbark von 5000 t Tragfähigkeit. Man kann ıgefähr annehmen, daß die Kosten einer solchen Viermastbark it einem Motor, der ihr 6½ Kn Geschwindigkeit bei beladenem ɔhiff und etwa 8 Kn in Ballast bei Windstille verleiht, 10 £ für e Tonne Tragfähigkeit betragen. Ein moderner Dampfer eicher Tragfähigkeit mit einer Heißdampfkolbenmaschine, die m eine mittlere Reisegeschwindigkeit von 10 Kn in Ladung verıht, soll diesem Schiff gegenübergestellt werden. Die Kosten eses Schiffes betragen 11 £ je Tonne. Unter der Annahme, ß beim Segler 10 vH für Tilgung und Instandhaltung, beim ampfer 12 vH erforderlich sind, daß die Kaskoversicherung im Segler 10 vH, beim Dampfer 8 vH beträgt, und daß der otorsegler 3½ Rundreisen im Jahr, der Dampfer hingegen 5 ısführt, ergeben sich bei dem Motorsegler für Tilgung, Vercherung, Löhne, Verpflegung und Hafenkosten etwa 63 £ Unsten für jeden Tag, beim Dampfer 77 £ für den Tag. Für e Rundreise des Motorseglers sind 80 Seetage angenommen, was ıer mittleren Geschwindigkeit von 6,3 Kn entspricht. Dies ist ı sehr geringer Wert, denn die von der Germaniawerft erbaute ermastbark „Magdalene Vinnen", hat schon die Strecke Engıd-La Plata mit 8 Kn Durchschnittsgeschwindigkeit durchıren. Die Hafenzeit ist für jede Rundreise mit 24 Tagen bessen. Beim Dampfer ist die Fahrtdauer mit 50 Tagen, die Hafenit mit 23 Tagen angenommen. Ein Motorsegler gebraucht ınen Motor etwa nur während eines Drittels der Reisetage; der gliche Ölverbrauch von 2½ t ist dabei 0,8 t Öl zu 4 £ mit £ oder einschließlich Schmieröl mit 4 £ angenommen worden, daß ein Hafentag des Motorseglers 63 £, ein Seetag 67 £ stet. Der Dampfer von 2000 PS$_i$ braucht rd. 30 t Kohlen für den Tag zu 23 sh/t frei Bunker. Zuzüglich Schmierölverbrauch kostet also ein Seetag des Dampfers etwa 114 £. Es sei angenommen, daß auf der Ausreise die Tragfähigkeit von Dampfer und Segler nur halb ausgenutzt ist, so daß die Belastung mit Kohle für die Rückreise für die Wirtschaftlichkeit des Dampfers auf der Ausreise nicht in Frage kommt. Der Motorsegler ladet auf einer Rundreise 7500 t Ladung oder im Jahre 26 000 t. Er kostet im Jahre 280 Seetage zu 67 £ = 18 800 £, 84 Hafentage zu 63 £ = 5300 £, zusammen 24 100 £. Er deckt also seine Unkosten noch bei einem Frachtsatz von 0,93 £. Der Dampfer muß mit Reserve auf der Rückreise 900 t Kohlen mitnehmen. Er ladet somit auf einer Rundreise nur 6600 t oder im Jahre 33 000 t. Er kostet 250 Seetage zu 114 £ = 28 500 £, 115 Hafentage zu 77 £ = 8800 £, zusammen demnach 37 300 £, deckt also seine Unkosten bei einem Frachtsatz von 1,13 £.

Das Beispiel zeigt daher, daß gerade bei niedrigen Frachten, die augenblicklich und erfahrungsgemäß öfter als hohe Frachten bestehen, der Motorsegler dem Dampfer überlegen ist. Selbstverständlich gibt es auch Fahrten, auf denen die Verhältnisse beim Dampfer günstiger liegen als beim Segler. Das Beispiel soll auch durchaus nicht Anspruch erheben auf unbedingte Sicherheit aller gewählten Zahlenwerte, die besonders in der heutigen Zeit außerordentlichen Schwankungen unterworfen sind. Es soll nur ungefähr ein Bild von dem Einfluß der verschiedenen Umstände auf die Wirtschaftlichkeit eines Motorseglers und eines Dampfers geben und dartun, daß die Wirtschaftlichkeit der beiden Typen dicht beieinander liegt, obschon der Dampfer bereits zum höchsten Grad seiner Vollkommenheit entwickelt ist, während der Motorsegler im Anfangstand seiner konstruktiven und seemännischen Durchbildung steht und noch in hohem Maß entwicklungsfähig ist. [1619]

Hochleistungs-Verdampfer.

Um beim Verdampfen von Wasser den Steinansatz dauernd zu verhindern und damit einen ununterbrochenen, gleichmäßigen Betriebszustand des Verdampfers zu sichern, hat die Maschinen- und Apparatebau-Gesellschaft m. b. H., Wandsbeck, eine bemerkenswerte neue Verdampferform ausgebildet, Abb. 1 und 2. Der Heizdampf tritt bei *a* in die durch das Schneckengetriebe *b* drehbare Hohlwelle *c* und in die linsenförmigen Heizkörper *d*, die er bei *e* als Kondensat bezw. Destillat verläßt. In den Heizkörpern sind Kerne angebracht, die eine Zickzackbewegung des Heizdampfes an den Heizflächen entlang bewirken. Die freien Querschnitte sind so gewählt, daß der Dampf bis zum Austritt eine verhältnismäßig hohe, ungefähr gleichbleibende Geschwindigkeit beibehält. Hierdurch wird das niedergeschlagene Wasser von den Heizflächen entfernt und damit der Wärmedurchgang gefördert. Die Welle *c* wird in etwa 25 bis 50 Uml./min versetzt. Hiermit werden zwei Vorteile erreicht: einmal wird die Wärmedurchgangzahl durch die Drehung der Heizkörper in dem zu verdampfenden Wasser weiter verbessert, und außerdem läßt sich eine Reinigung der Heizkörperoberfläche durch die Reinigungsmesser *f* erzielen. Diese werden durch die von der Sperre *m* mit 0,15 bis 0,3 Uml./min gedrehte Exzenterwelle *g* in eine schwingende Bewegung versetzt, wobei ein Messer nach dem andern eingreift. Der Eingriff wird durch die Federn *h* geregelt, die die Messer auf den Heizkörper *d* drücken und ein zu starkes Anpressen durch den Exzenter verhindern. Die Reinigungsmesser sind hierzu bei *i* verschiebbar gelagert. Den Steinbildnern ist durch diese Maßnahme keine Zeit gelassen, festzubacken. Sie werden vielmehr als schlammige Masse von den Heizflächen entfernt und gelangen, geführt durch das Leitblech *k*, in den Sammelraum *l*. Der Hochleistungs-Verdampfer eignet sich sowohl für Niederdruck- wie für Hochdruckanlagen. In diesem Falle kann die Verdampferanlage durch die erforderliche Anzahl von Heizkörpern so ausgebildet werden, daß mit 1 kg Dampf rd. 5 kg Nettodestillat gewonnen werden. Eine Aushilfsanlage wie bei solchen Verdampfern, die mit Röhren arbeiten und je nach dem Härtegrad des Wassers oft schon in sehr kurzer Zeit verschmutzen, sowie eine Vorreinigungseinrichtung ist beim Hochleistungsverdampfer im allgemeinen nicht erforderlich. Es empfiehlt sich jedoch, das zu verdampfende Rohwasser vorher zu entgasen, wenn es in hohem Maße Sauerstoff und Kohlensäure enthält, so daß eine starke Rostbildung zu befürchten ist. [1616]

W. S.

Abb. 1 und 2. Hochleistungs-Verdampfer.

Die Quick-Winde.

Eine eigenartige Winde, die sich ihrer gedrängten Bauart wegen besonders für den Schiffsbetrieb eignet und in Australien sehr viel benutzt wird, ist von dem australischen Ingenieur Quick ausgebildet worden, Abb. 3. Die Winde besteht aus der Welle *a*, die in den Kugellagern *b* ruht. Die Achse des exzentrischen mittleren Wellenstückes trägt auf Kugellagern die Rolle *c*, die zur Führung und zum Festklemmen der Kette *d* dient. Die Rolle *c* ist auf der einen Seite mit Zähnen versehen, die in das feststehende Kegelrad *e* eingreifen, und zwar hat *c* einen Zahn mehr als das Rad *e*; hierdurch wird erreicht, daß sich die Rolle bei einer ganzen Umdrehung der Handkurbel *f* auf *e* abrollt und um einen Zahn vorwärts rückt, womit eine beträchtliche Übersetzung verbunden ist. Der Wirkungsgrad wird zu 90 vH angegeben. Zum Senken der Last und Bremsen dient ein besonderes Gesperre. [1672]

W. S.

Abb. 3. Die Quick-Winde.

Der Doppelschrauben-Dieselmotorschlepper „Franz Haniel XXVIII“.

Von Oberingenieur Reinh. Zilcher, Duisburg-Ruhrort.

Angabe der wirtschaftlichen Gesichtspunkte, die beim Entwurf berücksichtigt wurden. Betriebserfahrungen.

Von schwerwiegenden Folgen für die Rheinschiffahrt war es, als im Jahre 1921 mit der Ablieferung eines Teiles der wertvollsten Rheinschiffe an Frankreich und Belgien begonnen werden mußte. Auf Grund des Friedensvertrages, des Schiedsrichterspruches vom 8. Januar 1921 und späterer Vereinbarungen waren zur Abgabe vorgesehen:

1. Der gesamte Fahrzeugpark der Rheinschiffahrts-A.-G. vorm. Fendel in Mannheim, umfassend 73 Kähne von zusammen 83 240 t, 16 Schleppdampfer von zusammen 10 320 PS_i, 3 Kranschiffe mit zusammen 1396 t, 2 Tankschiffe mit zusammen 2331 t Tragfähigkeit,
2. die Niederlage der Badischen A.-G. für Rheinschiffahrt in Rotterdam,
3. an Kahnraum 281 697 t Tragfähigkeit,
4. an Schleppkraft 14 619 PS_i,
5. 3 Kranschiffe von 1953 t Tragfähigkeit,
6. 2 Tankschiffe von 2433 t Tragfähigkeit,
7. 4 Motorboote,
8. 2 Personendampfer (Loreley und Parsival),
9. eine Schiffswerft (Harloffs Werk in Duisburg-Meiderich),
10. an Neubauten: 639 Penichen von je 350 t Tragfähigkeit,
11. 87 Campineschiffe von je 600 t Tragfähigkeit,
12. 7 Radschlepper von je 950 PS_i,
13. 8 Radschlepper von je 1300 PS_i,
14. 28 Motorkähne von je 250 t,
15. 102 Rheinkähne von je 1000 bis 1350 t Tragfähigkeit.

Es handelt sich hierbei ausschließlich um Fahrzeuge neuzeitlichster Bauart, die auf dem Rheinstrom bleiben und in scharfen Wettbewerb mit den deutschen Schiffen treten. Der Daseinskampf auf dem Rhein wird daher in Zukunft die heftigsten Formen annehmen müssen, da die deutsche Rheinflotte nicht allein um ihre besten Schiffe geschwächt ist, sondern zu ihrem Bestande zum Teil veraltete und ausbesserungsbedürftige Fahrzeuge zählt. Hinzu kommt der Umstand, daß die vom Reiche für die Reedereien vorgesehene Entschädigung vollkommen unzureichend ist und Ersatzbauten nur mit schwerer Zubuße zu ermöglichen sind.

Auch die Reederei Franz Haniel & Cie. G. m. b. H. in Duisburg-Ruhrort war vor die Notwendigkeit gestellt, Ersatzbauten zu schaffen, um erhebliche Schiffsverluste auszugleichen. Bei der Wahl der Schleppkraft-Ersatzbauten mußte die Wirtschaftlichkeit unserer vorhandenen Kraftmaschinen, nämlich die der Kolbenmaschine, der Dampfturbine und des Dieselmotors, sorgfältig geprüft werden. Es hatte den Anschein, als ob die Turbine das Feld erobern würde, da einige rheinische Reedereien Neubauten mit Dampfturbinen vergeben hatten. Demgegenüber befaßte sich die Reederei Haniel eingehender mit den Eigenschaften des Dieselmotors und kam auf Grund ihrer Prüfungen zu dem Entschluß, diesem Antrieb den Vorzug zu geben. Wie sich ergab, hatte d Motorenbau im Krieg erhebliche Fortschritte gemacht. Die B dingungen, die an eine Schleppschiffmaschine zu stellen sind, e strecken sich nicht allein auf hohe Steigerungsfähigkeit der Leistu und stete Betriebsbereitschaft, sondern auch auf große Manövri fähigkeit, die in den engen und stark befahrenen Rheinhäfen e forderlich ist, und schließlich auf ein bedeutendes Herabgehen d Drehzahl beim Anhängen der Lastkähne. Der Dieselmotor bes alle diese Vorzüge, und da als Grundregel für seine Wirtscha lichkeit der Erfahrungssatz gilt, daß der flüssige Brennstoff f gleiche Leistung und Gewichtmenge viermal so teuer sein da als Kohle, und diese Vorbedingung günstig war, so entschied m sich für die Motorenanlage, zumal noch die Ersparnis an Heize löhnen hinzukam.

Schwierig war die Entscheidung, ob die Motoren in ein Räder- oder Schraubenschlepper gesetzt werden sollten. D Räderschlepper ist trotz seiner großen Ausmaße, der übermäßig Radkastenbreite und der oft gefährdeten ungeschlachten Schaufe räder in der Verwendbarkeit auf Binnenströmen vorläufig n immer dem Schraubenboot überlegen. Das Radboot befährt Oberlauf der Flüsse selbst bei niedrigem Wasserstande, wenn Schraubenboot wegen seiner Tieflage versagt. In Wettbew damit ist allerdings das Schraubenboot mit Tunnelheck getre doch hat es hinsichtlich der Schleppleistung das Radboot nicht drängen können. Die Schubleistung der Tunnelschraube ist einige Hundertteile geringer als die der in vollem Wasser arbei den Schraube des tiefliegenden Schleppers. An Wirtschaftlich sind die Radschlepper bei langanhaltendem Niedrigwasser tiefliegenden Schraubenschleppern und bei guten Wasserstä infolge des schlechten Wirkungsgrades der Tunnelschrauben Tunnelschleppern überlegen. Aus besonderen Gründen wurd doch der Bau eines Doppelschraubenschleppers beschlossen.

Der geringe Gütegrad der Tunnelschraube wurde hie nach Möglichkeit durch eine Maßnahme des Verfassers beho die sich durch Verwendung von Öl statt Kohle, also durch Wahl von Motoren ermöglichen ließ: Es wurde ein Schrau boot entworfen, das ein flottgehendes Tunnelschiff darstellt, Al bis 5, jedoch bei guten Wasserständen durch Öllasten so tief trimmt werden kann, daß es wie ein gewöhnlicher Schrau schlepper mit tief im Wasser liegenden Schrauben fährt, die d einen hohen Wirkungsgrad erzielen.

Die Öllasten können nach dem Oberrhein verfrachtet wer wodurch sich die Wirtschaftlichkeit der Anlage nicht unbedeu erhöht. Ist das Öl im Oberrhein gelöscht, dann haben wir st abwärts den gewöhnlichen Tunnelheckschlepper vor uns, der

Abb. 1 bis 5. Der Doppelschrauben-Dieselmotorschlepper „Franz Haniel XXVIII“, gebaut von der Gutehoffnungshütte, Rheinwerft Walsum.

einen Anhängekähnen wieder zu Tal fährt, um auf der nächsten eise das gleiche Verfahren zu wiederholen. Bei niedrigen Wasserständen muß allerdings auf die Mitnahme von Fracht verzichtet erden. Der Tunnelschlepper hat dann den Vorzug des geringen iefgangs mit dem Radschlepper gemein, der hierdurch in der Lage t, gerade bei hohen Frachtsätzen zu fahren.

Im September 1921 wurde der Bau des Doppel-Schraubenchleppers an die Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Abteiung G. B. Rheinwerft in Walsum am Niederhein, vergeben, die ihrerseits die Motoren mit Zubehör bei der laschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G. in ugsburg bestellte.

Der Schiffskörper, dessen räumliche Einteilung die Abbilungen 1 bis 5 zeigen, hat 54 m Länge, 8,6 m Breite und 3,5 m eitenhöhe. Ein besonderes Merkmal bilden die am Heck befindchen Tunnel, die aus schweren trichterförmig gewölbten Blechen estehen und an das Schiff angebaut sind. Sie dienen zum Anugen des Wassers durch die Schrauben. Die Tunnelform wurde en Stromlinien mit größter Sorgfalt angepaßt und in der Berner Versuchsanstalt durch Dr. Schaffran erprobt. Besondere ücksicht mußte auf den Schiffswiderstand beim größten Tiefing von 2,60 m genommen werden, wobei Schieber geöffnet erden können, die das Wasser durchfluten lassen.

Die Abbildungen und 3 lassen vorn nd hinten die Öl- nd Ballastzellen erennen, die mit Heizhlangen versehen nd. Nach mitschiffs liegen die Brennoffzellen, von denen n Teil für die Fracht enen kann, da von r Gesamtfassung n 400 t nur 30 t als rennstoff für eine ahrt nach Mannim und zurück verraucht werden.

Beim Entwurf der ohnräume brauchte h die Werft nicht beschränken, da rch den Fortfall r seitlichen Bunker und das Fehlen der Kesselräume genügend atz vorhanden war. Die Bemannung besteht aus 9 Köpfen genüber 13 bei einem gleichstarken Schlepper mit Kolbenischinen, so daß reichlicher Raum zur Verfügung steht. Badeume, Zentralheizung und elektrisches Licht vervollständigen Annehmlichkeiten.

Wegen des geringen Tiefganges von 1,60 m und zur Vereidung von Schiffsschwingungen bei schwerem Anhang mußte Werft sorgfältige Berechnungen anstellen, um die vorschriebenen Bedingungen zu erfüllen. Die Aufgabe ist, obon geeignete Vorbilder fehlen, vorzüglich gelöst worden.

Sehr geschickt sind die Aufbauten verteilt worden. Über r Küche liegt eine Art Promenadendeck, über den Zellen für n laufenden Verbrauch die Kommandobrücke, auf den Maiinenraumaufbauten konnten die Schlepptrossenklemmen aufstellt werden. Abb. 6 zeigt die äußere Ansicht des Schleppers.

Das Schiff liegt in Fahrt sehr ruhig, hat einen gleichmäßigen ortgang und dreht vorzüglich auf.

Die von der MAN in Augsburg gelieferten Sechszylinderertaktmotoren leisten normal insgesamt etwa 1400 PS_e bei 0 Uml./min oder 1650 PS_i und treiben zwei von der Firma eodor Zeise in Hamburg-Altona gelieferte Schrauben an. Der hraubenschub beträgt insgesamt etwa 12 500 kg, womit ein Ang von 6250 t Ladung in 5 Kähnen bei einer Fahrzeit von 18 h von der Hochfelder bis zur Kölner Brücke bei 2,5 m Kölner Pegel gezogen wird. Die Geschwindigkeit des Schleppzuges beträgt dabei 11,22 km/h oder 3,12 m/s.

Verläßt der Schlepper den Heimathafen, so sind kreuz und quer, voraus und rückwärts Bewegungen auszuführen, die hohe Anforderungen an die Manövrierfähigkeit der Motoren stellen und einen großen Anlaßluftbedarf erfordern. Naht sich der Schlepper alsdann den auf dem Strom bereit liegenden Lastkähnen, dann muß die Umlaufzahl der Motoren so weit gemindert werden können, daß der Schlepper in der Ruhelage verharrt, damit in dieser Zeit die Schlepptrossen übergeben werden. Allen diesen Erfordernissen haben die Motoren genügt. Die Drehzahl konnte dauernd auf etwa 35 Uml./min gehalten werden. Der Anzug in die Schleppstränge darf nicht ruckartig, sondern muß sehr weich erfolgen, was ebenfalls erfüllt worden ist.

Es erübrigt sich, auf die bewährte Bauart der Motoren selbst hier näher einzugehen. Nachdem die kritischen Umlaufzahlen der Anlage durch Dr. Geiger an Bord bestimmt und deutlich gekennzeichnet worden sind, ist es für die Bedienungsmannschaft möglich, diese schnell zu überschreiten und einen erschütterungslosen Gang des Schleppers einzuhalten.

Für die Hilfsmaschinen wurde elektrischer Antrieb gewählt. Mittels eines Glühkopfmotors, der auch den Hilfskompressor antreibt, wird Strom erzeugt, womit zugleich eine Akkumulatorenbatterie geladen wird. Die von der AEG in Berlin eingebaute elektrische Rudersteuerung ist imstande, das Ruder auf 90° auszulegen. Gegebenenfalls kann bei Störungen von Hand gesteuert werden.

Abb. 6. Der fertige Schlepper im Hafen.

Die bisher ausgeführten Schleppfahrten auf dem Rhein haben die Betriebsicherheit der Anlage dargetan. Die Zugleistung in den Stromschnellen der Gebirgstrecke ist dank der Steigerungsfähigkeit der Motorleistung vorzüglich. Die Rauchlosigkeit hebt sich gegenüber schwer arbeitenden Dampfschleppern angenehm ab. Die Bedienung aller Teile bereitete der rheinischen Maschinenmannschaft nach kurzem Einarbeiten keine Schwierigkeiten.

Auch in wirtschaftlicher Hinsicht hat sich eine Überlegenheit der Anlage gegenüber den vorhandenen ergeben. Der Brennstoffverbrauch auf einer Mannheimer Reise ergab sich zu 29 t, während der gleich starke Dampfer 128 t Kohlen verbraucht. Für Binnenschiffahrtsverhältnisse, in denen nächtliche Ruhepausen und sonstige Wartezeiten mit unter Dampf liegenden Kesseln unvermeidlich sind, kann somit als Ergebnis festgestellt werden, daß die Brennstoffmenge an Öl etwa 4½mal kleiner ist als der Verbrauch an Kohle, das bedeutet, daß der Preis der gleichen Gewichtmenge Treiböl 4½mal so hoch sein darf als Kohle, während in der Seeschiffahrt der 4mal höhere Treibölpreis die Motorenanlage wirtschaftlicher als die Dampfanlage gestaltet. Ende Dezember 1922 kostete auf dem Rhein 1 kg Kohle frei Bord 42 ℳ und 1 kg Gasöl frei Bord 175 ℳ; mithin war das Öl nur 4,16mal teurer als Kohle. Zu berücksichtigen ist die Ersparnis an Heizerlöhnen, die gleichmäßigere Geschwindigkeit des Schleppzuges im Gegensatz zur Dampfanlage, bei der der Dampfdruck beim Feuerputzen sinkt, die schnellere Anbordnahme des Brennstoffes und letzten Endes die Möglichkeit der Verfrachtung von Brennstoff, der, wenn man von diesem Geschäft absehen will, in solchen Mengen gebunkert werden kann, daß er für mehrere Reisen ausreicht. [1573]

Abwickelbare Außenhaut.

Eine wenn auch nur zum Teil abwickelbare ßenhaut ist für die leichte Herstellung eines iiffes von großer Bedeutung, da man hierbei Nietlöcher auf der Zulage anzeichnen und daumständliche Mallarbeit umgehen kann. Von onderem Wert ist eine abwickelbare Außent, wenn sie gleich auf der Zulage mit e der Lichtbogen-Schweißung stumpf geweißt verbunden und zur beabsichtigten iffsform zusammengebogen werden soll, wie es

Abb. 1. Motorschlepper mit abwickelbarer Außenhaut.

Dipl.-Ing. Strelow in der Zeitschrift „Schiffbau" vom 15. und 22. November 1922 für den Bau kleinerer Fahrzeuge vorgeschlagen hat. Der von Strelow für sein Versuchsschiff benutzte Spantenriß ist in Abb. 1 wiedergegeben. Er läßt erkennen, daß ziemlich verwickelte Spantformen praktisch noch eine abwickelbare Außenhaut ergeben. Vor allem eignet sich die sogenannte Tetraeder-Schiffsform hierfür, allerdings muß dann das Heck gesondert hergestellt werden.

[1671] W. S.

Saugbagger mit Schneidwerk und Pfahlverankerung für die Unterhaltung des Elbfahrwassers.

Von Oberbaurat Dr. Thele, Hamburg.

Die Hamburgische Wasserbaudirektion gab im Jahre 1914 kurz vor Beginn des Weltkrieges einen Saugbagger (Bagger XXI) in Auftrag, der einige bemerkenswerte Neuerungen aufweist. Der Bau des Baggers wurde infolge des Weltkrieges und der darauf folgenden ungünstigen Zeitumstände so wesentlich verzögert, daß der Bagger voraussichtlich erst in diesem Jahre fertiggestellt und erprobt werden kann. Es soll im folgenden daher nur eine kurze allgemeine Darstellung des Baggers gegeben werden; eine genauere Beschreibung und eine Erörterung der gewonnenen Betriebserfahrungen bleibt späterer Zeit vorbehalten.

Der mit einem Schneidwerk und Pfahlanker ausgerüstete Saugbagger besitzt keinen eigenen Laderaum und auch keine Antriebschrauben. Seine Abmessungen betragen: 50 m Länge über Deck, 9,2 m Breite, 4 m Seitenhöhe, 2 m mittleren Tiefgang, 800 t Wasserverdrängung, 700 m³/h Leistung in Kleiboden, 500 PS$_i$ Leistung der Antriebmaschine für die Baggerpumpe bei 140 Uml./min; 360, 560 und 850 mm Zyl.-Dmr. und 540 mm Hub; 248 m² gesamte Kesselheizfläche ohne Überhitzer, 14 at Dampfdruck, 2000 mm Dmr. des Pumpenkreisels, 2200 mm Dmr. des Schneidkopfes und 300 PS$_i$ Leistung der Antriebmaschine für das Schneidwerk bei 180 Uml./min.

Die Einrichtungen des Baggers, Abb. 1 und 2, unterscheiden sich nur wenig von älteren Ausführungen dieser Bauart, wenn man von der Anordnung der Ankerpfähle absieht. Diese mußten mit Rücksicht auf die geforderte Verwendbarkeit des Baggers im Stromgebiet von den bisherigen Vorbildern erheblich abweichen.

Abb. 1 und 2. Saugbagger mit Schneidwerk.

Länge zwischen den Endplatten	50,0 m
Breite über den Spanten	9,20 „
Seitenhöhe	4,00 „
Tiefgang	rd. 2,00 „

a Aussparung im Schiffskörper
b Kran für die Trommel und die Pfähle
c Baggerpfahlwinde
d bewegliche Verteilrinnen
e Vorderwinde (Ebbwinde)
f Seitenwinde
g Leiterwinde
h Verholwinde
i Ankerwinde (Flutwinde).

In Abb. 3 ist die Wirkungsweise eines älteren Saugbaggers mit Schneidwerk und Leitpfählen schematisch dargestellt. Die Pfähle sind auf beiden Seiten des Hecks senkrecht verschiebbar angeordnet. Der Bagger dreht sich mit Hilfe seitlich ausgebrachter Anker abwechselnd um den *B. B.*- und den *St. B.*-Pfahl, und zwar erfolgt der Wechsel am Ende einer Schwingung, wodurch gleichzeitig erreicht wird, daß der Bagger sich schrittweise vorarbeitet. Das am vorderen Ende des Saugrohres sitzende Schneidzeug beschreibt auf diese Weise nacheinander Kreisbogen um ziemlich weit voneinander entfernte Mittelpunkte. Die einzelnen gebaggerten Streifen überdecken sich daher bei diesem Arbeitsverfahren nicht nur, sondern es bleiben auch noch keilförmige Stücke des Bodens stehen, was zur Folge hat, daß der Wirkungsgrad der Baggerung mangelhaft ausfällt und ihr Zweck nur unvollkommen erfüllt wird.

Die für den Bagger XXI gewählte neuartige Anordnung der Pfähle und ihre Wirkungsweise ist in Abb. 4 dargestellt. Die beiden senkrecht verschiebbaren Pfähle stecken hierbei in einer Trommel, die ihrerseits in einer entsprechenden Aussparung *a* des Schiffskörpers drehbar gelagert ist. Der Bagger schwingt um den in Mitte Schiff befindlichen vorderen Pfahl 1. Sobald er seine Schwingung vollendet hat, wird die Trommel um Pfahl 1 gedreht, bis der hintere Pfahl 2 vorn steht. Der Vorschub des Baggers entspricht hierbei der gegenseitigen Entfernung der beiden Pfähle. Der jetzt vorn stehende Pfahl 2 wir[d] nunmehr in den Boden gesenkt, Pfahl 1 herausgezogen, und de[r] Bagger ist für den neuen Schnitt bereit.

Die Drehpunkte des Baggers liegen bei richtiger Ausnutzun[g] dieser Anordnung auf der Mittellinie der Schwingungen. Die vo[m] Schneidwerk gebaggerten Streifen fügen sich daher lückenlos anein[-] ander, und ein Überschneiden findet nur in geringem Maße sta[tt,] wodurch ein erheblich besserer Wirkungsgrad beim Baggern gewähr[-] leistet ist, als bei der vorher beschriebenen älteren Bauart.

Es ist zu erwarten, daß schon bei mäßiger Flutströmun[g] und noch mehr bei Seegang die Pfähle erhebliche Biegungs[-] beanspruchungen auszuhalten haben. Durch Verlängerung de[r] in der Aussparung *a* des Schiffskörpers befindlichen Trommel i[n] Abb. 1 nach unten, wodurch die freie Länge der Pfähle nach Belieben verringert werden kann, wird diesem Nachteil wirksam begegnet. Die Trommel kann je nach Bedarf in verschiedenen Höhenlagen mit Hilfe des an Bord fest eingebauten Kranes *b* in Abb. 1, der gleichzeitig auch zum Heben der Pfähle dient, eingestellt werden; in ganz flachem Wasser wird sie so weit hochgezogen, daß ihre Unterkante mit dem Schiffsboden abschneidet. Sollte sich ein Pfahl gelegentlich einmal stark verbiegen, s[o] ist Vorsorge getroffen, daß er ohne Schwierigkeit aus der Tromm[el] herausgezogen und zur Ausbesserung an Land gegeben werden kan[n].

Abb. 3. Wirkungsweise eines älteren Saugbaggers mit Schneidwerk.

Abb. 4. Wirkungsweise der neuen Anordnu[ng].

Die Schwingungen des Baggers um den jeweils im Grun[d] steckenden Pfahl als Mittelpunkt werden mit Hilfe von zwei „Se[i-] tenwinden“ und seitlich ausgelegten Ankern ausgeführt. Unter g[e-] wöhnlichen Umständen genügen diese, um die unverrückbare Lag[e] des Baggers zu sichern. Damit der Bagger auch in solchen Fälle[n] verwendungsfähig ist, in denen auf Mitwirkung der Pfähle ve[r-] zichtet werden muß, z. B. bei sehr starker Strömung und grobe[m] Seegang, sind neben den vorderen Seitenwinden auch noch solch[e] hinten, sowie eine Ebb- und eine Flutwinde vorgesehen.

Die Vorzüge des Saugbaggers gegenüber dem Eimerbagge[r] sind in erster Linie folgende:

1. der geringere Platzbedarf wegen der beschränkten Anza[hl] Ankerketten. Dieser Vorteil ist namentlich in engem Fah[r-] wasser wegen der geringeren Störung der Schiffahrt vo[n] großem Wert;
2. die weitgehende Zerkleinerung des oft zähen, tonigen Kle[i-] bodens, wodurch eine zuverlässigere Selbstentleerung de[r] Klappschuten gewährleistet wird.

Gegenüber dem Saugbagger ohne Schneidwerk besteht d[er] Vorzug, daß der Bagger mit Schneidwerk einen ebenen Grun[d] herstellt und in jeder Bodenart gleichmäßig gut arbeitet. [A 149]

RUNDSCHAU.

Der Post-, Fahrgast- und Frachtdampfer „Schleswig-Holstein".

Bauart, Einrichtungen und Ausrüstung des Schiffes.

Von der Schiffswerft und Maschinenfabrik vormals Janßen & Schmilinsky A.-G. in Hamburg ist im Sommer 1922 auf der neuen Werft Tollerort der Post-, Fahrgast- und Frachtdampfer „Schleswig-Holstein" für den Mexikodienst der Ozean-Reederei, Flensburg, fertiggestellt worden, der mit seinen behaglichen Fahrgasträumen als Beispiel für einen zeitgemäß ausgestatteten Dampfer gelten kann. Das

Bauart. Das Schiff, Abb. 1 bis 7, als Volldeckschiff hat ein Stahldeck, das sich über seine ganze Länge erstreckt. Darüber befinden sich hinten das Poopdeck mit aufgebautem Steuerhaus, in der Mitte das Brückendeck, darüber am Kessel- und Maschinenschacht das Bootsdeck und vorn das Backdeck. Vorhanden sind vier wasserdicht und zwei öldicht genietete Querschotte. Der Doppelboden reicht vom Kollisionsschott bis zum Stopfbüchsenschott an der Schwanzwelle. Er dient zur Aufnahme von Speisewasser, Trinkwasser und Wasserballast, der auch in der Vor- und Hinterpiek untergebracht ist. Das Schiff weist Querspantenbauart mit geradem Vorsteven und elliptischem Heck auf.

Abb. 1 bis 7. Der Post-, Fahrgast- und Frachtdampfer „Schleswig-Holstein", gebaut von der Schiffswerft und Maschinenfabrik vorm. Janßen & Schmilinsky A.-G.

a Luxuskammer	*e* Achterpiek	*i* Köche	*n* Vorpiek	*r* Matrosen	*v* Lotse	*z* Anrichte	d_1 1. Offizier	h_1 Hospital
b Rauchsalon	*f* I. Ingenieur	*k* W C	*o* Segelkammer	*s* Wasserballast	*w* Kapitän	a_1 Küche	e_1 2. Offizier	i_1 Küper
c Proviant	*g* II. Ingenieur	*l* Speisesaal	*p* Kartoffeln	*t* Trinkwasser	*x* Obersteward	b_1 Stewardess	f_1 3. Offizier	k_1 Kontor.
d Kühlräume	*h* Stewards	*m* Arzt	*q* Heizer	*u* Öl	*y* Messe	c_1 Bäder	g_1 Funker	

Die Zahlen (1, 2) bezeichnen die Anzahl der Betten in der betr. Kabine.

Schiff ist für Ölfeuerung eingerichtet und wird mit einer Kolbenmaschine von 1450 PS_i Leistung angetrieben. Es ist aus deutschem Stahl nach der höchsten Klasse des Germanischen Lloyds ✠ 100 $\frac{A}{4}$ gebaut und hat folgende Hauptabmessungen und Konstruktionszahlen:

Länge zwischen den Loten	100 m
Breite auf Spanten	13,72 „
Seitenhöhe bis Hauptdeck	6,25 „
Tiefgang beladen	5,75 „
Gesamttragfähigkeit	4000 t
Gesamtinhalt der Laderäume	6400 m³
Inhalt der Brennölzellen	815 „
Inhalt der Speisewasserzellen im Doppelboden	80 „
Inhalt der Trinkwasserzellen im Doppelboden	70 „
Geschwindigkeit beladen	11 kn

Kammereinrichtung. Die Gesellschaftsräume für die Fahrgäste sind auf dem vorderen Teile der Brücken- und Bootsdecks untergebracht, da diese Räume einen freien Ausblick nach drei Seiten ermöglichen. Auf dem Brückendeck befindet sich der Speisesaal mit Einzeltischen, auf dem Bootsdeck der Rauchsaal. Hinter diesem sind zwei Luxuskammern mit großen Fenstern für drei Fahrgäste angeordnet, von denen die Kammer auf Steuerbord zwei Einzelbetten erhalten hat. Im übrigen sind die Fahrgäste auf dem Brückendeck in Kammern mit Doppelbetten untergebracht worden. Den Offizieren sind die hinteren Räume des Brücken- und des Bootsdecks zugewiesen worden, ihre Messe befindet sich auf der Backbordseite des Brückendecks, auf der auch die Kammern der Stewards und Köche liegen. Die Kammer des Kapitäns befindet sich hinten auf der geräumigen Brücke, die des Küpers auf dem Poopdeck. Die Matrosen und Heizer sind in getrennten Wohn- und Schlafräumen unter der Back untergebracht.

Ausrüstung. Zwei stählerne Pfahlmasten tragen die Antennen und das Ladegeschirr. Für jede der vorhandenen fünf Luken sind zwei gewöhnliche Ladebäume von 5 t Tragfähigkeit vorgesehen; außerdem ermöglichen ein 15 t-Ladebaum am hinteren Mast und ein 25 t-Ladebaum am vorderen die Übernahme von Schwergut. Das reichlich vorgesehene Ladegeschirr sichert ein schnelles Laden und Löschen des Schiffes. Takelung und Lüfter sind nach den neuesten mit solchen gewonnenen Erfahrungen ausgeführt.

Sechs Boote sind vorhanden: vier Rettungsboote von 7,2 m Länge, 2,15 m Breite und 0,9 m Seitenhöhe auf dem Bootsdeck und ein Motorboot sowie eine Arbeitsjolle auf dem Poopdeck.

Die Maschinenanlage. Die stehende Dreifach-Expansion[s]maschine mit Oberflächenkondensation hat 580, 940 und 1520 mm Zyl.-Dm und 1000 mm Hub. Sie leistet bei 80 Uml./min und 13 at Kesselspan[n]ung 1450 PS_i. Der Kondensator liegt frei und unabhängig vor de[r] Maschine. Die Kesselanlage besteht aus zwei Dreiflammrohr-Kesseln m[it] Ölfeuerung; sie ist für künstlichen Zug, Bauart Howden, und für über[]hitzten Dampf eingerichtet. Von den Schiffsmaschinen ist die unt[er] dem Poopdeck untergebrachte Kühlmaschine zu nennen, die den Küh[l]raum bedient.

[1584] Dr.-Ing. W. Schmidt.

Der Fracht- und Fahrgastdampfer „Thuringia“.

Während die Hamburg - Amerika - Linie am Kajütspassagierverkehr nach Mittel- und Südamerika schon seit längerer Zeit wieder beteiligt ist, hatte sie bis Anfang dieses Jahres für die Nordamerikafahrt nur solche Schiffe eingestellt, die ausschließlich oder vorwiegend der Beförderung von Fahrgästen dritter Klasse dienten. Neuerdings wendet sich nun die Gesellschaft nach fast achtjähriger Unterbrechung auch in der New Yorker Linie dem Kajütspassagierverkehr wieder zu und hat Ende Januar den mit Einrichtungen für die erste und dritte Klasse ausgestatteten von den Howaldtswerken in Kiel gebauten Dampfer „Thuringia“, Abb. 8, in Fahrt gesetzt, dem ein Schwesterschiff „Westphalia“ und die beiden 22000 B.-R.-T. fassenden Fahrgastdampfer „Albert Ballin“ und „Deutschland“ noch im Laufe dieses Jahres folgen werden.

Abb. 8. Der Fracht- und Fahrgastdampfer „Thuringia“.

Abb. 9. Rauchsalon erster Klasse.

Abb. 10. Kabine erster Klasse auf dem Promenadendeck.

„Thuringia“ hat Einrichtungen für Fahrgäste auf vier Decks, dem Promenadendeck, Aufbaudeck, Hauptdeck und zweiten Deck. Das **Promenadendeck** enthält außer Nebenräumen einen Damensalon, einen Rauchsalon, Abb. 9, vier Kammern für je zwei, Abb. 10, und zehn für je einen Fahrgast. Zehn weitere dieser beliebten Einzelkammern sind a[uf] dem **Aufbaudeck** z[u]sammen mit 24 Kam[]mern für zwei Fahrgäs[te] untergebracht. Das Au[f]baudeck führt ferne[r] den Speisesaal erst[er] Klasse, Abb. 11, un[d] unter dem Poopdec[k] am Heck des Schiffe[s] einen Herren- sow[ie] einen Damensalon dri[t]ter Klasse.

Weitere 7 Einze[l]kammern und 19 Ka[m]mern für zwei Fahrgäs[te] befinden sich auf de[m] durchgehenden **Haup[t]deck**. Außer diese[n] Kajüteinrichtungen sin[d] auf dem Hauptde[ck] noch für Fahrgäste dr[it]ter Klasse 15 Kamme[rn] für vier und 2 für zw[ei] Fahrgäste auf Bac[k]bord neben der zweit[en] und dritten Ladelu[ke] des Vorschiffes unter[ge]bracht. Der Speises[aal] dritter Klasse mit 2[] festen und 72 los[en] Plätzen befindet si[ch] auf und neben der zwe[i] letzten Luke am Hint[er]schiff. Der größte T[eil] der Einrichtungen [für] Fahrgäste dritter Kla[sse] liegt im **zweit[en]** Deck. Hier sind [] Fahrgäste in Kamm[ern] zu 2 bis 6 Betten u[nd] 198 Fahrgäste im V[or]schiff in Blocks unterg[e]bracht. Auf gute Lü[ftungs]einrichtungen ist [in] allen Räumen beson[de]rer Wert gelegt word[en].

Die Räume der [Be]satzung sind wie fo[lgt] verteilt: Kapitän, O[ffi]ziere und Funker auf d[em] Bootsdeck, Maschin[en]personal mittschiffs [

Abb. 11. Speisesaal erster Klasse.

n Hauptdeck, Matrosen ebenfalls auf dem Hauptdeck unter der
k, Heizer mittschiffs auf dem zweiten Deck. Die Räume der Köche
. Stewards befinden sich, über das Schiff verteilt, in der Nähe
r Arbeitstätten.

Folgende Zahlen liegen der Konstruktion zugrunde: 144,07 m Länge
schen den Loten, 18,44 m Breite, 13,72 m Seitenhöhe bis Hauptdeck,
00 B.-R.-T. Raumgehalt, rd. 10 500 t Tragfähigkeit bei 8,5 m Tiefgang,
aderäume für rd. 11 000 m³ Stückgut. Um an Deckstützen zu sparen,
l diese Räume außerhalb der Luken durch mit Öffnungen versehene Mittel-
gsschotte unterteilt. Unter den Luken sind diese Schotte aus Holz
aut.

Die Hauptmaschine ist eine von der Turbinia A.-G., Berlin, ge-
erte Triebturbine mit doppeltem Übersetzungsgetriebe, bei der sowohl
der Hochdruck- wie der Niederdruckteil ein besonderes Gehäuse er-
halten haben.

Die Kesselanlage besteht aus 5 Einender-Zylinderkesseln mit Öl-
feuerung, künstlichem Zug, Bauart Howden, und Schmidtschen Über-
hitzern. Die Heizfläche umfaßt 1300 m². Bei 14 at Kesseldruck, 320 ° C
Überhitzung, 93 vH Luftleere, 3030 bzw. 2280 Uml./min, die auf
86 Uml./min der Schraubenwelle umgesetzt werden, leistet die Haupt-
maschine rd. 4800 PS.

An Hilfsmaschinen sind zu nennen: 3 Turbodynamos von 75 kW
Leistung bei 110 V Spannung, 1 Motordynamo für Notbeleuchtung von
20 kW Leistung bei ebenfalls 110 V Spannung.

„Thuringia" ist für Funkentelegraphie eingerichtet und mit einer
Unterwasserschall-Signalanlage versehen. Das Schiff hat im Januar seine
Probefahrt ausgeführt. [R 1624]

Schwimmkörper für Riesenkrane.

Die Schwimmkörper der Riesenkrane müssen
berechnet werden, daß der Kran bei jeder Last
jeder Auslegerstellung im Gleichgewicht ist.
ost bei Ausnutzung der größten Tragfähigkeit
f der Schwimmkörper bei der für Vollbetrieb
issigen Windstärke von 25 m/s, entsprechend
em Winddruck von 50 kg/m², nach keiner Rich-
g hin mehr als 6 ° krängen. Diese geringe
gung darf auch bei stärkstem, für unbelaste-
Ausleger zulässigen Winddruck von 250 kg/m²
it überschritten werden, und selbst bei der
belast von fünfviertel Nutzlast kein Teil des
ks ins Wasser eintauchen. Schwimmkrane
rer Bauart arbeiten meist mit Wasserballast
r mit verschiebbaren Gegengewichten. Hier-
besteht die Gefahr, daß der Kran bei falscher
ierung oder durch Versagen der Antriebvor-
tung der Gegengewichte leicht kentert.

Die Kranschiffe werden mit parallellaufenden
gsträgern und kopfabschließenden Querträgern
eordnet. Die Auftriebkräfte des Wassers wer-
durch eine Reihe von Spanten, die in der
el quer zur Längsrichtung liegen, auf die
gsträger übertragen.

Der eiserne Schwimmkörper muß so groß be-
sen werden, daß er, abgesehen von der er-
erlichen Wasserverdrängung, in seinem Innern
n Raum für die Kesselanlage, für Ballast, An-
maschinen und eine elektrische Stromerzeu-
g hat.

Der Schwimmkörper, Abb. 12 bis 14, des von
Deutschen Maschinenfabrik A.-G., Duisburg
mag), für die Reichswerft, Wilhelmshaven ge-
ten 250 t-Schwimmkranes mit 34 m Ausladung
Drehmitte trägt z. B. in seinem Innern: 650 t
onballast, 2 Schiffskessel von je 180 m² Heiz-
he und 12,5 at Überdruck, 2 Dampfmaschinen
130 Uml./min und zusammen 1000 PS zum An-
) der Schrauben zur Fortbewegung des
nschiffes, außerdem 2 Frischdampfturbinen,
bei 3000 Uml./min je 270 PS oder 170 kW zum
rieb der Stromerzeuger leisten. Schließlich
iält das Kranschiff Räume für die Besatzung,
Kohlen, Reserveteile u. dergl.

Das Kranschiff ist mit einem Gürtel von
erheitszellen umgeben. Zur Erhöhung der
wimmfähigkeit sind die Längs- und die Quer-
otte wasserdicht ausgeführt. Die über Deck
vorragenden festen Teile des Schwimm-
pers sind auf das mindeste beschränkt
it die Lastbewegung nicht behindert wird.
r Deck befinden sich außer der eigentlichen
rüstung (Spills a, Poller, Ankerwinden b) nur
Ruderhaus c, der Kesselschacht d, der
ornstein, die Lüfter e, die Oberlichter f, Nie-
gangskappen g, die Steuerleitung und Zube-
h. Antrieb, Rohrleitungen, Kabel usw. sind
r Deck verlegt.

Um den Schleppwiderstand zu vermindern
ein Anlegen an Böschungen zu erleichtern,
der Pontonboden vorn und hinten aufgeholt.
Kimm ist eckig. Der Schwimmkörper bil-
mit seinen schweren Tragschotten, Rah-
spanten und Verteilungsträgern einen in
vollkommen steifen Schiffskörper, der im-
de ist, die großen, vom Fuß des Gerüstes auf
übergehenden Kräfte aufzunehmen und auf
Schiffboden und die verdrängte Wasserfläche
übertragen.

Zwei mittlere und zwei äußere Längsschotte,
von Bord zu Bord reichende Querschotte und
Stauschacht zwischen dem Maschinen- und
selraum sind vorgesehen. Der Ponton ist nach

Abb. 12 und 13. Längsschnitt und Draufsicht.

Abb. 14. Raumplan.

Abb. 12 bis 14. Schwimmkörper für einen 250 t-Schwimmkran, gebaut von der Demag, Duisburg.
Länge 50 m, Breite 30 m, Seitenhöhe 5 m.

der Längsspantenbauart mit Rahmenspanten entworfen. Für die Berechnung werden die Boden- und die Deckbeplattung unter- und oberhalb der Querschotte und Rahmenspanten als Gurtplatte betrachtet.

Die Verbandteile sind unter Annahme einer vierfachen Sicherheit nach der Eulerschen Knickformel so berechnet, daß bei normaler Belastung unter Annahme der Knotenpunktabstände als freie Knicklängen die Beanspruchungen in keinem Falle 1000 kg/cm² überschreiten.

Rings um das Kranschiff laufen zwei wagerechte Fender aus Eichenholz von 300 × 200 mm Querschnitt, zwischen denen senkrechte Fender in Abständen von 2 m liegen.

Zum Steuern des Kranschiffes dienen zwei zwangläufig verbund von einem Manne zu bedienende Ruder, die im Falle einer Bes digung auch einzeln gesteuert werden können.

Auf dem Vorderschiff des Schwimmkranes befinden sich zwei du Dampf angetriebene Verholspils *a* von etwa 2,5 t Zugkraft für Vorwä und Rückwärtsgang.

Soweit die Räume nicht festen Ballast erhalten, sind sie mit üblichen Lenzeinrichtung versehen.

[1643] **E. Krahne**

Motor-Gaffelschoner.

Segelschiffe mit Hilfsmotor sind mit Rücksicht auf die andauernd steigenden Brennstoff- und Besatzungskosten in Deutschland in den letzten Jahren verschiedentlich gebaut worden. Zu klären war dabei die Frage nach der hinreichenden Besegelung und der ausreichenden Leistung der Antriebmaschine. Eine starke Beseglung erfordert eine große Stabilität und damit ein verhältnismäßig breites, völliges Schiff. Demgegenüber ist für eine kleine und daher wirtschaftliche Antriebmaschine eine möglichst schnittige Form erwünscht. Hieraus erhellt, daß der Entwurf eines Segelschiffes mit Hilfsmotor eine besonders glückliche Hand erfordert, wenn ein schnelles und damit wirtschaftliches Schiff von guten Seeigenschaften und großer Tragfähigkeit erzielt werden soll. Vor allem ist aus den Unfällen zu lernen, die gerade auf dem Gebiete des Schiffbaues eine herbe, aber leider oft nicht zu umgehende Lehre bilden, und vor denen auch der bei Friedensschluß einsetzende Motorschiffbau nicht verschont geblieben ist.

Beim Segelschiff, und besonders beim Motorsegler, ist eine tüchtige Besatzung von ausschlaggebender Bedeutung. In dieser Hinsicht bestehen heute noch Schwierigkeiten, so daß sich die Reeder veranlaßt sehen, den Einrichtungen der Segelschiffe ihr besonderes Augenmerk zuzuwenden, um die Mannschaft zu halten.

Ein neuer Motorsegler, der auf seiner ersten Reise in beladenem Zustande bei Windstärke 8 bis 9 eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 8 bis 10 Kn erreicht und sich als sehr seetüchtig erwiesen hat, ist in Abb. 15 bis 17 wiedergegeben. Dieses Schiff, der Dreimast-Motor-Gaffelschoner „Emma Biesterfeld", wurde von der Schiffswerft und Maschinenfabrik vorm. Janßen und Schmilinsky A.-G. in Hamburg für die Reederei Biesterf in Hamburg im Jahre 1922 nach den Bauvorschriften des tischen Lloyds für die höchste Klasse 100 A I gebaut und n den Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft ausgerüstet. Das Sc hat $L = 45{,}8$ m Länge zwischen den Loten, $B = 8{,}5$ m Breite auf Span 4,1 m Seitenhöhe und 650 t Tragfähigkeit bei $T = 3{,}49$ m Tiefgang. H nach ist $L : B = 5{,}4$ und $\frac{H}{B} = 0{,}482$. Die Breite ist für ein artiges Schiff mithin nicht übermäßig groß gewählt worden.

Abb. 15 bis 17. Dreimast-Motor-Gaffelschoner „Emma Biesterfeld."

a Wasserdichte Schotten
b Brennstoffbehälter
c Vorräte
d Segelkoje
e Proviant
f Koch
g II. Offizier und II. Maschinist
h I. Offizier
i Hospital
k I. Maschinist
l Salon
m Salon
n Küche
o Kapitän
p Bad
q Matrosen
r Kabelgatt
s Eßraum für Matrosen.

Um das Anlaufen von Häfen zu ermöglichen und auch bei Wi stille fahren zu können, hat das Schiff einen Benz-Dieselmotor 215 PS$_i$ Leistung erhalten, der eine Geschwindigkeit von 7½ Kn beladenem Zustande sichert. 6 Knoten werden aus nautischen Grün im allgemeinen als untere in Frage kommende Geschwindigkeitsgr angesehen. Das Schiff ist mit Hauptdeck, Poop und versenkter B gebaut, Abb. 15 bis 17. Drei wasserdichte Schotte teilen das Schif 4 Abteilungen. Vorne befindet sich der Piektank und der Ket kasten. In der Hinterpiek liegt das Kabelgatt. Der Doppelboden Maschinenraum dient zur Aufnahme von Brennstoff.

Die Räume für Kapitän und Offiziere, unter andern ein Sa eine Messe und die Küche, sind in der Poop untergebracht. Die M schaftsräume befinden sich unter der Back. Zum schnellen laden und Löschen sind zwei große Ladeluken vorgesehen, die d Motorladewinden von je 3 t Tragfähigkeit bedient werden. Ein tungsboot und ein Arbeitsboot hängen in Davits auf dem Poopdec

[1587] **W. S.**

ußenbordmotor der Deutschen Werke A.-G.

Der Außenbordmotor oder Anhängemotor ist als Mittel, um ein
lboot schnell mit einem Hilfsmotorantrieb auszurüsten, namentlich
merika weit verbreitet. Deutsche Fischer verwenden ähnliche Ein-
ungen gelegentlich für leichte Strandboote, indem sie den Antrieb
schiffs in einen Schacht derart einsetzen, daß die Schraube unter-
des Kieles hervorragt. Bevor sie das Boot an Land ziehen, heißen
lann den Motor so weit hoch, daß die Schraube geschützt ist. In
letzten Jahren haben sich verschiedene Fabriken auf den Bau
ıer Motoren eingestellt.

Damit man den Außenbordmotor in wenigen Minuten betriebfertig
ıen kann, indem man ihn am Bootspiegel festklemmt, muß er mit
nstoffbehälter, Vergaser, Auspufftopf, Schraube und Steuer ein
zes bilden. Bedienung, Aufbau und Arbeitsweise werden am ein-
sten, wenn der Motor als Zweitaktmotor gebaut und durch den
ben und Schlitze im Zylinder gesteuert wird. Zum Mischen der
allein in Frage kommenden, leicht flüchtigen Brennstoffe, wie Benzin oder Benzol, mit Luft dient meist ein einfacher Spritzvergaser; dieser wird mit einem gleichzeitig als Einlaßventil arbeitenden Rückschlagventil verbunden, das den Gaseintritt in den als Saug- und Druckpumpe wirkenden Kurbelraum steuert. Das vollkommen selbsttätig arbeitende Ventil, das den heißen Verbrennungsgasen nicht ausgesetzt ist, braucht weder Antrieb noch besondere Wartung. Wichtig sind insbesondere geringes Gewicht und geringer Anschaffungspreis der ganzen Anlage. Als Leistungen kommen je nach der Art der Verwendung $1^1/_4$ bis 6 PS bei 800 bis 1400 Uml./min in Frage. Im allgemeinen werden die Motoren mit Wasser gekühlt, da sich Motoren mit Luftkühlung nicht so einfach im Aufbau erwiesen haben und erheblich teurer werden.

Die Deutschen Werke A.-G., Werft Kiel, bauen einen neuen Motor dieser Art, zunächst von 5 PS, s. Abb. 18 bis 20, wobei sie die Austauschbarkeit nach den neuen Normen der Feinpassung und der Einheitswelle streng durchgeführt haben. Bei der Zweizylinderbauart liegen die Zylinder zu beiden Seiten des Kurbelgehäuses, was den Massenausgleich begünstigt und die Erschütterungen des Bootes vermindert. Als Ersatz für eine besondere Kühlwasserpumpe, die oft Schwierigkeiten im Betrieb verursacht, ist das Kegelräderpaar zwischen der senkrechten Welle und der Schraubenwelle als Zahnradpumpe ausgebildet, die das Kühlwasser durch das die Motorwelle umschließende Rohr zum Motor fördert. Das Kühlwasser läuft dann wieder zur Pumpe zurück. Diese

k g h f e i c b d a

gelradgehäuse
ıgleitung für das Kühlmittel
inder
ckleitung für das Kühlmittel,
Kurbelwelle einhüllend
ıdkerze
zenschutz und Griff
ınnstoffbehälter
rgaser
rmluftregler
ıdmaschine.

. 18. 5 PS-Außenbordmotor der
tschen Werke A.-G., Werft Kiel.

ufkühlung vermeidet Anfressungen, die sonst bei durchlaufendem
asser entstehen. Die unter Wasser liegenden Wandungen der
pe leiten die aufgenommene Wärme leicht an das Seewasser ab.
ach der Außentemperatur setzt man dem Kühlwasser eine größere
kleinere Menge von Schmieröl für die im Kühlwasser liegenden
ebe zu. Die Zahnradpumpe ist mit den Zylindermänteln durch
Rohre verbunden, während die sonst verwendeten Schläuche leicht
ht werden. Vorteilhaft ist auch, daß das Kühlmittel den Zylindern
angewärmt zugeführt wird und dadurch Wärmespannungen ver-
en werden.

Alle im Wasser liegenden Teile werden aus Stahlguß, hochwertigem
guß oder Siemens-Martin-Stahl hergestellt. Kupferlegierungen sind
g vermieden, damit sie keine Anfressungen durch galvanische Wir-
en hervorrufen. Für das Motortriebwerk werden dem Brennstoff
vH Schmieröl zugesetzt. Der Vergaser kann kalte oder warme
ansaugen, so daß auch Benzol verwendbar ist. Die Zündkerzen
allgemein üblichen Hochspannungs-Kerzenzündung, die außen an
Zylindern liegen, sind durch einen kräftigen Bügel geschützt, der
als Griff dient. Damit der Motor an beliebig geformten Boot-
eln angebracht werden kann, ist er in der Höhe sowie in der
srichtung des Bootes und im Winkel verstellbar.

Vor dem Anbau des Motors wird das Bootsteuer entfernt. Beim
rn dreht man dann den ganzen Antrieb mittels der am Motor
nden Ruderpinne um die Achse der Kurbelwelle. Dabei kommt
Schraubenachse aus der Mittschifflinie, und das dann entstehende
rmoment wird durch die Flosse am Kegelradgehäuse verstärkt.
schützt gleichzeitig die Schraube bei Berührung von Grund.
Fahren geradeaus kann man die Ruderpinne feststellen.

Bei dem besonders leicht gebauten Motor von 2 PS, Abb. 19 und 20, wird nur der untere Teil mit Schraube, Rädergehäuse und Flosse geschwenkt. Für Rückwärtsfahrt braucht man den Motor nicht stillzusetzen und in der anderen Drehrichtung anzulassen, sondern man schwenkt durch eine Drehung der Ruderpinne den unteren Teil des Antriebes

h g i e b a f c g i k c d f

a Kegelradgehäuse } mit tropfenförmigem
b Kühlwasserbehälter } Querschnitt
c Zylinder
d Zündkerze
e Kupplung zwischen Zylinderteil und Unterteil
f Kerzenschutz und Griff
g Brennstoffbehälter
h Zündmaschine
i Ruderpinne
k Vergaser.

Abb. 19 und 20. Außenbordmotor von 2 PS.

um 180°, wobei das Drehmoment des Motors mithilft. Der Motor läuft somit stets im gleichen Sinn; auch dies ist nur möglich, weil keine durch Schläuche verbundenen Kühlleitungen vorhanden sind. Das Umsteuern kann man so rasch ausführen, daß man kein Anscheren oder gar Kentern des Bootes zu befürchten braucht.

Die 5 PS-Anlage wiegt rd. 80 kg und ist für starke Boote im Küstenverkehr geeignet. Ein 6 m langes Boot mit drei Mann Be-

satzung erreicht damit 10 km/h Geschwindigkeit. Die 2 PS-Anlage wiegt rd. 35 kg. Damit sie auch von einem einzigen Mann am Boot angebracht werden kann, weil bei leichten Booten oft zwei Mann nicht gleichzeitig im Achterteil des Bootes stehen können, kann der 20 kg schwere Motor vom unteren Teil schnell getrennt werden. Ein leichtes 3 m langes Yachtbeiboot mit diesem Antrieb erreicht mit zwei Mann Besatzung 9 km/h, besonders scharf gebaute Boote können bis 14 km/h erreichen. [1567] Fr.

Ausbau der Sicherheitseinrichtungen auf Schiffen.

Die Sicherheitseinrichtungen an Bord der Schiffe, insbesondere der Fahrgastdampfer, sind im deutschen Schiffbau stets mit großer Sorgfalt ausgebildet und dauernd verbessert worden, um möglichst allen Gefahrquellen wirksam begegnen zu können. Es handelt sich dabei in der Hauptsache um 1. die Sicherung des Schiffes bei Zusammenstößen, 2. die Sicherung des Schiffes und der Fahrgäste während der Fahrt gegen Feuer und ansteckende Krankheiten und 3. die Sicherung der Schiffsführung.

Schottenschließ-Anlagen.

Für die Sicherung des Schiffes bei Gefahren sind die Schottenschließ-Anlagen, die durch die Atlas-Werke, Bremen, eingeführt wurden, das wichtigste Mittel. Entgegen der Praxis in anderen schiffbautreibenden Ländern hat der deutsche Schiffbau sich bei großen Fahrgastdampfern ausschließlich der sogenannten hydraulisch-pneumatischen Schottenschließ-Vorrichtungen bedient, die nach dem Grundsatz gebaut sind, daß alle wasserdichten Schotten unabhängig von der Hauptmaschinenanlage rasch geschlossen werden können. Nach dem Untergange der „Titanic" ist diese Frage in internationalen Sitzungen besprochen worden, und es wurden noch kurz vor dem Kriege die Forderungen, die an eine solche Einrichtung zu stellen sind, etwa wie folgt zusammengefaßt: 1. Der Kapitän soll in der Lage sein, von der Brücke aus jederzeit, ohne daß die Wirkung gestört werden kann, alle Schottüren zu schließen. 2. Der Kapitän muß von der Brücke aus prüfen können, ob alle Türen geschlossen sind. 3. Da die Gefahr besteht, daß die Besatzung die Türen der Bunker und solcher ständig benutzter Räume, aus denen ein Entweichen auf anderem Wege nicht möglich ist, durch dazwischen gelegte Stücke am Schließen verhindert, muß die Schließkraft stark genug sein, um alle Hindernisse zu überwinden. 4. Es muß die Möglichkeit vorhanden sein, die Türen auch an Ort und Stelle zu schließen, ohne daß ein solcher Vorgang die Wirksamkeit der ganzen Anlage beeinträchtigt. 5. Es soll dem Kapitän die Möglichkeit gegeben sein, bei unsichtigem Wetter oder in der Nähe von Eisbergen mit geschlossenen Schotten zu fahren, wobei aber der Verkehr zwischen den einzelnen Räumen dadurch ermöglicht werden muß, daß die einzelnen Türen an Ort und Stelle zu öffnen sind und sich selbsttätig wieder schließen. 6. Für den Fall, daß wirklich die Hauptanlage beschädigt ist, muß eine Hilfsanlage vorhanden sein. Sie muß bei kleineren Schiffen von Hand und bei größeren durch eine hydraulische Anlage mit Hilfe einer Handpumpe geschlossen werden können.

Abb. 21. Laboratorium zum Prüfen von Schottenschließ-Einrichtungen der Atlas-Werke in Bremen.

Zur Prüfung aller dieser weitgehenden Fragen bei der Ausbild der Einzelheiten haben die Atlas-Werke ein besonderes Laborator eingerichtet, in dem alle Neuerungen untersucht werden können, Abb. Die Abbildung zeigt im Hintergrund einen Behälter, wie er auf Schi eingebaut wird. Er ist zu einem Drittel mit Luft und zu zwei Drit mit Wasser gefüllt und steht unter 30 at Druck. Aus ihm wird du Umstellen des im Vordergrund, links an der Wand, sichtbaren U schalthahnes das Wasser in die Rohrleitungen und weiter in einen ü der Schottür sichtbaren Manganbronze-Zylinder gedrückt, wodurch e Kolbenstange mit großer Kraft nach unten geführt wird, die die Sch tür mitnimmt. Der Versuchstand enthält auch Einrichtungen, um kün lich Rohrbrüche zu erzeugen. Im Fall eines solchen Rohrbruches Hauptleitung bleibt dann zunächst die Möglichkeit bestehen, jede an Ort von Hand durch einen Kurbelantrieb zu schließen, von dem Abb. 21 nur die Welle rechts oben zu sehen ist. Fehlt hierzu die Z so kann die Verbindung der Tür mit der Kolbenstange gelöst werd es fällt dann die Tür durch ihr eigenes Gewicht herunter.

Auf jedem Schiff werden außerdem Handpumpen aufgestellt, genannte Notstationen, von denen bis zu 8 Türen gleichzeitig geschlos werden können. Diese Handpumpen werden von zwei Mann bedi und erzeugen annähernd denselben Druck, der beim Schließen durch Hauptbehälter ausgeübt wird. Die Rohrleitungen der Notanlagen s von den Hauptleitungen getrennt verlegt und führen unmittelbar z Zylinder an der Schottür. An der Stelle, wo sie mit der Hauptleit zusammenkommen, ist eine Rückschlagklappe eingebaut, die sofort du den von der Handpumpe erzeugten Druck nach der Hauptleitung geschlossen wird, wenn die Handanlage in Tätigkeit tritt.

Durch eine Umschaltvorrichtung, links Abb. 21, wird bei der Versuchsanlage mit ein Griff die Haupt- oder Handanlage eingeste Diese Umschaltvorrichtung befindet sich bei je Notstation; sie hat für jede Stellung einen el trischen Kontakt, der mit zwei Lampen über d Handrad der Brückenstation, wie aus der bildung ersichtlich, verbunden ist. Eine gr Lampe zeigt an, daß die Haupt-, eine rote, die Handanlage eingeschaltet ist. Der Kapi übersieht also von der Brücke aus ständig, seine Anlage betriebsklar ist. Ein über d Steuerstand befindliches sogenanntes Schott tableau läßt gleichfalls durch Aufleuchten Lampen erkennen, welche Türen geschlossen si und zeigt ferner dem Kapitän an, ob er mit schlossenen Schotten fährt und ob eine geöffn Tür sich sofort wieder schließt. Die Bewegu vorrichtung für den großen Haupthahn ist einer Vorrichtung verbunden, die ein Warnu zeichen ertönen läßt, sobald der Hahn umgel wird. Das Getriebe ist so eingerichtet, daß da erst eine gewisse Zeit vergeht, bis die Türen schließen. Während dieser Zeit ertönt das W nungssignal. Bei großen Schiffen wird auch Haupthahn hydraulisch eingestellt.

Die hydraulischen Schottenschließ-Vorricht gen dienen auch dazu, solche Öffnungen zu schließen, die mit Rücksicht auf die Maschin anlage oder die sanitären Einrichtungen Sch durchdringungen verlangen. So ist z. B. auf „Imperator" eine besondere Anlage eingeb die die Howdenschieber und Ventilationsschie im Gefahrfalle hydraulisch schließt. Neuerdi werden auch die Klosettschieber, die nach au bords gehen, hydraulisch geschlossen, was halb wichtig ist, weil bei einem Schiefliegen Schiffes infolge Beschädigung das Eindrin von Wasser durch die nicht dauernd dicht zu tenden Rückschlagklappen möglich wäre. Entwicklung der ganzen Anlagen ist also ni nur für die Sicherheit des Schiffes selbst von Bedeutung, sondern hat auch den Konstrukteuren die Möglichkeit zu geben, die sonst ängstlich vermiedenen Schottdurchdringungen mit in Kauf zu nehm wenn es mit Rücksicht auf eine einfache Maschinen- oder sanitäre lage wünschenswert ist.

Clayton-Apparate.

Bei Feuer und Infektion spielt die Bekämpfung mit schwefli Gasen durch die sogenannten Clayton-Apparate eine gr Rolle, die auf deutschen Schiffen zuerst und seit Jahren in großer Z von den Atlas-Werken eingebaut wurden. Diese in Z. 1914 S. 1382 reits beschriebenen Apparate sind dadurch heute besonders wertvoll worden, daß bei den Motorschiffen die sonst allgemein vorgeschrieb Feuerlösch-Leitung nicht mehr eingebaut zu werden braucht, wenn von einem Hilfskessel absieht. Die amerikanischen Schiffahrtbehörden ha sich bereits entschlossen, auf Motorschiffen den Clayton-Apparat ausreichenden Ersatz für die Dampf-Feuerlöschleitung anzusehen. W rend die früheren Apparate noch gelegentlich unter dem Übelsta litten, daß die durch die Rohrleitung geblasenen schwefligen Gase Schwefelablagerungen und damit zu Korrosionen der Rohrleitun führten, ist es neuerdings gelungen, die Apparate so zu bauen, solche Ablagerungen nicht mehr eintreten. Eine gute Regelfähig der Apparate ist von großem Wert, da für das Feuerlöschen und das Desinfizieren verschiedene Gasdichten nötig sind; auch sie ist

neuen Apparaten durchgeführt. Besonders wenn Lade- und Wohn-
ne bei Infektionsgefahr desinfiziert werden müssen, ist es wichtig,
Konzentrationen so weit treiben zu können, daß alle Bazillen und
llenträger, insbesondere Ratten, sicher getötet werden. Die ständige
andlung von Ladungen, die zu Selbstentzündungen neigen, wie z. B.
len, mit Clayton-Gas, ist ein wertvolles Vorbeugungsmittel gegen
ergefahr.

Unterwasserschall-Signalanlagen.

Das wichtigste Mittel, die Schiffsführung bei Nebel zu sichern, ist
h die Unterwasserschall-Signalanlagen gegeben (Z. 1920 S. 805). Die Er-
ungen des Krieges, die der Handelsschiffahrt jetzt in großem Um-
e zugute kommen, haben auch gezeigt, wie unbedingt zuverlässig
Unterwasserschallsignale arbeiten. Irgendwelche Einflüsse, die die
tungsbestimmung beinträchtigen könnten, sind im Unterwasserschall-
n niemals beobachtet worden. Eingehende Zusammenstellungen von
Feuerschiffen, die von den Atlas-Werken in Bremen gemeinsam
der Sulmania-Signal-Co. in Boston seit Jahrzehnten über die er-
en Reichweiten gesammelt worden sind, haben gezeigt, daß die
ge Verschiedenheit bei den Schallzeichen darin besteht, daß sie im
er bei kaltem Wetter etwas weiter zu hören sind als im Sommer
warmem Wetter. Weder Stromversetzungen noch sonstige Gründe
n jemals die Schallrichtung beeinträchtigt, was aus den vielen
end Berichten festgestellt werden konnte. Dadurch ist das Unter-
erschallwesen der Richtungsbestimmung mit Hilfe der drahtlosen
graphie ganz erheblich überlegen, weil besonders in der Nähe der
en und auch, wenn starke Nebelwände vorhanden sind, Ablen-
en bei der Richtungsbestimmung bei der drahtlosen Telegraphie
ommen. Aus diesem Grunde fanden die Atlas-Werke nach dem
ge bei ihren Bestrebungen, das Unterwasserschallwesen der Schiffs-
ng dienstbar zu machen, in der Schiffahrt ein noch größeres Ver-
nis als vor dem Kriege. Insbesondere bedienen sich jetzt auch
ere Schiffe bis zu 600 Br.-R.-T. hinab in sehr großem Umfange der
-wasserschall-Anlagen. Gerade die Möglichkeit, durch rasches und
res Ansteuern der Küste die Fahrtdauer zu verkürzen, ist bei den
gen hohen Werten der Schiffe und den großen Betriebskosten von
nderem Wert.

Hand in Hand damit gehen die Bemühungen, ständig die Zahl der
lanlagen auf Feuerschiffen zu vermehren. Allein für die schwe-
e Küste sind über sechs neue Signalstationen in den letzten zwei
n von den Atlas-Werken geliefert. Jedoch nicht nur ihre Ver-
ung, sondern auch die Verbesserung ihrer Reichweiten wird erfolg-
betrieben. An Stelle der Glocken hat zum erstenmal im Herbst
en Jahres ein deutsches Feuerschiff einen sogenannten „Membran-
r" von den Atlas-Werken (s. Z. 1920 S. 805) erhalten, mit dem
eiten bis zu 22 Seemeilen erreicht wurden. Die Versuche werden
rühjahr dieses Jahres fortgeführt und versprechen eine wertvolle
sserung des Signalwesens. [1657]

euer und Explosionsgefahr auf Schiffen.

Die Schiffahrts-Zeitung vom 9. Dezember 1922 weist auf Gefahr-
n hin, denen besonders Tankdampfer durch ihre Ladung ausge-
sind. Man hat verschiedentlich Explosionen in Räumen dieser
e beobachtet, in denen niemals Öl geladen worden war, und hat
Tatsache darauf zurückgeführt, daß Öl in gasförmigem Zustand
mwegen zu dem Unfallort gelangt ist und sich dort bei gegebener
enheit entzündet hat. Nachgewiesen ist, daß gewisse Mineralöle,
ter Petroleum, bei Vermischung mit dem Sauerstoff der Luft hoch-
ible giftige Gase bilden, die, wie in Einzelfällen beobachtet
n ist, auf den Menschen betäubend wirken und in manchen Fällen
ner Feuersbrunst geführt haben. Es handelt sich bei diesen Un-
um Öle von etwa 25 bis 40° C Entflammungstemperatur.

ie für Ölfeuerung eingerichteten Schiffe verfeuern demgegenüber
eren Entflammungstemperatur bedeutend höher liegt, so daß diese
nicht in der Weise gefährdet sind wie Tankdampfer. Einen
für die Gefährdung der Schiffe durch Feuer gibt die Statistik.

ie Gefährlichkeit der Feuerschäden erhellt aus dem Umstande,
lie Kriegsjahre nicht eingerechnet, die jährlichen Verluste durch
etwa 12 vH aller Seeverluste ausmachen. Das hat seinen Grund
daß man in den beengten Schiffsräumen des Feuers nur schwer
verden kann, wenn man es nicht beizeiten eindämmt. Wesentlich
ier eine Feuermeldeeinrichtung, die schon arbeitet, wenn der Brand
schwelt und keine Temperaturerhöhung hervorgerufen hat, die der
itung Vorschub leistet.

ine solche Einrichtung ist die Rauchmeldeanlage von Rich, Abb. 22.
nzelnen zu schützenden Räume sind hierbei durch Meldeleitungen *a*
em Steuerhaus verbunden. Die Leitungen enden in dem zu
enden Raum in den an der Decke befindlichen muschelförmigen
fänger *b* und im Steuerhaus in ein Mundstück *c*, durch das ein
er Glühlampe *d* ausgehender Lichtstrahl mittels einer Linse und
Spiegels geworfen wird.

n Lüfter saugt durch die Rohrleitung *a* andauernd Luft. Ist
nun bei einem beginnenden Brand mit Rauch vermischt, so ent-
in der Mündung *c* ein auffallender Lichtschein, der dem wach-
en Offizier den Brand anzeigt. Die Löschung kann sofort mit
ler Leitung *a* vorgenommen werden. Hierzu dienen die Ventile
f sowie die zu den Kesseln führende Rohrleitung *g*. Schließt
mlich, wie gezeichnet, das Ventil *e* und öffnet *f*, so tritt Dampf
g und *a* nach *b* und damit in den Raum. Außer Dampf kann
uch Kohlensäure zum Löschen verwenden. Die Mündungen *c*
Steuerhaus in einem Schrank vereinigt und so angeordnet, daß

Abb. 22. Rauchmeldeanlage von Rich.

man auch leicht feststellen kann, aus welchem Raum verdächtige Ge-
rüche angesaugt werden. Eine Rauchmeldeanlage dieser Art erhalten
unter andern die folgenden im Bau befindlichen deutschen Dampfer:
„Columbus", „Albert Ballin", „Deutschland" und „München".
[1629] W. S.

Das Chernikeeff-Log.

In „The Engineer" vom 22. September 1922 wird ein Log be-
schrieben, das beachtenswerte Vorzüge aufweist: Einmal wird es an
einer Stelle des Schiffes angebracht, wo es ungestört vom Schrauben-
strahl und Kielwasser arbeiten kann, und außerdem zeigt es die zurück-
gelegten Seemeilen durch eine
elektrische Übertragung an, so
daß die Angaben des Logs un-
mittelbar auf der Kommando-
brücke abgelesen werden kön-
nen. Ein Schlagwerk ertönt
jedesmal, wenn $^1/_{20}$ Seemeile zu-
rückgelegt ist; man kann also
mit der Uhr sofort die jeweilige
Schiffsgeschwindigkeit bestim-
men. Da auf die Verminderung
der Reibung großer Wert gelegt
ist, soll das Log sowohl bei klei-
neren Geschwindigkeiten wie
auch über lange Strecken gute
Meßwerte liefern.

Beim Gebrauch von Pitotröh-
ren hat man auch in Deutschland
die Beobachtung gemacht, daß
das Wasser in der Nähe der
Außenhaut an verschiedenen
Stellen eines Schiffes sehr gut
für die Messung der Schiffsge-
schwindigkeit zu gebrauchen
ist. Diese Tatsache benutzt Cher-
nikeeff, indem er sein Log,
Abb. 23, an einer Öffnung an
der Außenhaut mit dem Flansch *a*
so befestigt, daß die Flügel-
schraube *b* des Logs von einem
stetigen Wasserstrom angetrie-
ben wird, während der Stiel *c*
für die Unterbringung der elek-
trischen Leitung eingerichtet ist. *d* ist ein Schleusenventil, das zum
Abschluß der Außenhaut dient, wenn das Log zur Nachprüfung oder
Ausbesserung in die an *d* angeschraubte Buchse *e* eingezogen wird. Für
gewöhnlich wird die Büchse *e* durch die Stopfbüchsenpackung *f*
gedichtet. Die Flügelschraube *b* treibt mittels eines in der Nabe befind-
lichen Schneckengetriebes einen Schleifring, der einen elektrischen Strom
ein- und ausschaltet. Die Nabe ist im übrigen mit Fett gefüllt und durch
eine Kappe verschlossen. [1510] W. S.

Abb. 23. Das Chernikeeff-Log.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Serienschiff oder Einzelschiff.

Übersättigung an Frachtraum, schwacher Welthandel und Kapitalmangel werden dahin führen, daß man eine Zeitlang zu dem für einen ganz bestimmten Zweck individuell entworfenen Einzelschiff zurückkehren wird; später aber wird voraussichtlich gerade die wirtschaftliche und finanzielle Erschöpfung wieder dahin führen, daß man das im Weltkrieg von amerikanischen Werften zuerst großzügig hervorgebrachte Serienschiff bevorzugt. Die Gründe hierfür erläutert Dr. Ernst Dehning, Kiel, im „Weltwirtschaftlichen Archiv" vom November 1922, die im folgenden kurz zusammengefaßt werden sollen:

Es kommen beim Serienschiff die neuzeitigen Vereinheitlichungsbestrebungen voll zum Ausdruck, die darauf hinausziehlen, an Stelle empirischer Verfahren ein bewußtes methodisches Suchen auf wissenschaftlicher Grundlage zu setzen und sodann eine endgültige, einheitliche Ausführungsform zu vereinbaren, die damit zur Norm erhoben wird. Für solch ein Vorgehen eignen sich besonders solche Schiffe wie der englische 5000 B.-R.-T.-Trampdampfer, der technisch vollkommen durchgebildet und auf allen Meeren zu finden ist. Vorteile von der Normung haben der Reeder, die Besatzung und die Bauwerft. Beim Reeder ist es die Kapitalbeschaffung für Bau und Betrieb, die ihn zur Beachtung des genormten Serienschiffes veranlaßt, wobei die Anlehnung an über- oder untergeordnete Unternehmungen von großer Bedeutung ist. Es wird hierdurch der Kreislauf von Eisenerzeugung, Schiffbau und Schiffahrt geschlossen.

Beim Bau eines Serienschiffes genießt der Reeder die folgenden Vorteile: Die Pläne liegen fertig bei der Werft, der Bau kann sofort eingeleitet werden, langwierige Vorverhandlungen erübrigen sich, Klassifikations- und Vermessungsarbeiten und andere Obliegenheiten werden eingeschränkt. Damit wird eine Preisersparnis erzielt, die um so mehr ins Gewicht fällt, als man heute Abschreibungen mit 20 vH gegenüber 5 vH in früheren Jahren ansetzt.

Im Betriebe erleichtert ein Park von Serienschiffen die Verwaltung, da dieselben Hafen-, Kanal- und sonstigen Gebühren sowie Heuern für alle Schiffe gelten. Die Besatzung arbeitet zuverlässiger, da sie auf jedem Schiff die gleichen Betriebsbedingungen antrifft, wodurch besonders der Verfrachter befriedigt und zum bleibenden Kunden erzogen wird, der für eine schonende Behandlung seiner Güter ein feines Gefühl hat. Neubauten können ohne umfangreiche Erprobungen sofort in vollen Betrieb genommen werden, da das Serienschiff als solches von vornherein bis zu einem gewissen Grad erprobt ist. Die Besatzung braucht nicht neu eingelernt zu werden und ist sofort zu vollen Leistungen befähigt. Vor allem ist es jedoch der Zeitgewinn bei Ausbesserungen, der dem genormten Schiffe jeweils zugute kommt, da Liegezeiten gerade im Schiffbau sehr kostspielig sind; betrugen doch schon 1910 die Unkosten eines untätig liegenden Frachtdampfers je nach Größe 2000 bis 4000 ℳ und im Mai 1922 schätzungsweise 120 000 ℳ täglich. Leider haben sich zahlenmäßige Vergleiche zwischen der Wirtschaftlichkeit von Serien- und Einzelschiffen bisher noch nicht durchführen lassen, da die Serienschiffe noch zu jung und die Schiffahrt noch zu unstabil ist. Überdies lassen sich auch Teile des Einzelschiffes normen, so daß auch bei diesem Ausbesserungen abgekürzt werden. Als Nachteil des Serienschiffbaues ist zu nennen, daß hierbei die Bewegungsfreiheit des Reeders eingeschränkt ist, indem er gerade die allerneuesten Erfahrungen hierbei nicht ausnutzen kann. Ja, es ist sogar möglich, daß Fehlbauten in großer Menge gebaut werden, wie z. B. die amerikanischen Holzschiffe.

Wesentlich mehr als der Vorteil des Reeders ist der Vorteil der Werften beim Serienschiffbau geklärt. Ihre Aufwendungen zerfallen in solche für Material, Löhne und Betrieb. Daß die Materialbeschaffung und seine Lagerung beim Serienschiff geringere Kosten verursacht, liegt auf der Hand, da ein großer Teil der Platten und Winkel gleicher Größe fertig bearbeitet vom Stahlwerk bezogen wird. Ihre Lagerung kann in großen Stapeln so vorgenommen werden, daß ein zeitraubendes Suchen und Umschichten der Platten sowie Zeitverluste durch falsche Reihenfolge der eintreffenden Bauteile vermieden und statt dessen ein Arbeitsgang im Werk auf dem kürzesten Weg erreicht werden kann. Unter den Lohnkosten nehmen die für die Nietung die erste Stelle ein. Wesentliche wirtschaftliche Ersparnisse bringt der Serienbau in diesem Falle nicht, zumal die Handnietung ihrer Güte wegen[1]) für den Schiffbau noch immer von großer Bedeutung ist. Beim Anzeichnen der Platten können jedoch ganz wesentliche Ersparnisse dadurch erreicht werden, daß dieselbe Platte mit denselben Nietlöchern möglichst häufig bei einem Schiff verwendet und damit eine Massenanfertigung angebahnt wird. Von großer Bedeutung ist schließlich der Serienbau für das Akkordwesen, indem die Akkordsummen hierbei objektiver festgesetzt werden können, so daß hiermit Arbeitgebern und Arbeitnehmern gedient ist. Die Betriebskosten werden im Serienbau nur relativ verringert unter der Voraussetzung, daß die Werft voll beschäftigt ist. Dagegen kann das Abschreibkonto besonders in flauen Zeiten stark belastet erscheinen, weil eine auf Serienschiffbau eingestellte Werft eine umfangreichere Verwaltung erfordert als eine Vollwerft, da sie zur wissenschaftlichen Erfassung des Arbeitsganges eine größere Anzahl von Bureaus verlangt. Anderseits ermöglicht aber gerade der Serienbau erst eine eingehende Statistik und Kalkulation, die die Leitung befähigt, auch in flauen Zeiten durch sorgfältige Ueberwachung und zweckmäßige Ausnutzung der Anlagen eine Krise sicher zu überwinden. [W 176] Dr.-Ing. W. Schmidt.

[1]) Vgl. Baumann, Beanspruchung der Bleche beim Nieten. Forschungsheft 252.

Die amerikanische überseeische Handelsflotte.

Eine der einschneidendsten wirtschaftlichen Folgen des Weltkrie ist zweifellos neben der durch den U-Boot-Krieg verursachten sta Vernichtung von Handelsschiffsraum das zum Teil daraus sich ergebe ungeheure Anwachsen der amerikanischen Handelsflotte gewesen.

Die Vereinigten Staaten haben früher, wie nicht ganz allge bekannt, eine große überseeische Handelsflotte gehabt, ja sogar Jahre 1862 mit 2,5 Mill. B.-R.-T. die größte überseeische Handelsfl jener Zeit besessen. Von diesem Zeitpunkt an bis zum Jahre ist der Schiffsraum ständig gesunken und betrug in dem letzten Ja nur etwa 700 000 B.-R.-T. Vom Jahre 1910 an datiert ein ständi aber bis 1917 langsamer Aufstieg, der dann geradezu treibhausar Formen annahm.

Betrachtet man diese Entwicklung, so fragt man sich unwillkür nach den Gründen, die zu der Blüte, zum darauffolgenden Ve und dann zum neuen Aufstieg geführt haben. Als die nordam kanischen Besitzungen sich von Großbritannien durch den Freihe krieg loslösten, war im wesentlichen nur die Seeküste am Atlantisc Ozean bewohnt, und das von den Weißen beherrschte Land erstrec sich nicht allzuweit landeinwärts. Die Bevölkerung war, wie die er Pioniere, die an der Küste Neu-Englands gelandet waren, eine m Seefahrt und Fischerei treibende Bevölkerung. Die großen Wä lieferten billiges Schiffbaumaterial, und die Verbindung mit der we Welt ging über See. So entstand jene treffliche transozeanische E delsflotte, deren schnellfahrende „Clipper" weltbekannt waren.

Zu Anfang und Mitte des neunzehnten Jahrhunderts traten d in der Schiffahrt zwei grundlegende Wandlungen ein, der Überg vom Segel- zum Dampfschiff und vom Holz- zum Eisenschiff, naturgemäß der Flotte der Vereinigten Staaten und den Voraussetzun ihrer Blüte starken Abbruch taten. Hinzu kam der Sezessionskr der die ganze Schiffahrt stillegte, ganz abgesehen von den Verlus die durch kriegerische Maßnahmen verursacht wurden. Dieses a aber hätte wohl nicht genügt, um einen dauernden Niedergang Handelsflotte herbeizuführen, wenn nicht in jener Zeit ein and viel stärkerer wirtschaftlicher Hebel eingesetzt hätte, nämlich die A dehnung nach dem Innern des Landes. Mit dem Bau der großen tr kontinentalen Bahnen wurden gewaltige Gebiete nutzbar gemacht. Amerikaner und der Einwanderer fanden im Innern des Landes lohnendere Beschäftigung, als die Schiffahrt, die stets nur geringe Rente abwirft und dabei ein wagnisreiches Gewerbe ist, ih geboten hätte. Das Interesse an der Schiffahrt erlahmte d mehr und mehr, und der Anteil des Außenhandels, der unter am kanischer Flagge befördert wurde, sank von 75 vH in den fünfz Jahren auf unter 10 vH bis zur Jahrhundertwende. Wohl waren zahlre Bestrebungen gesetzgeberischer Art dauernd im Gange, und viele setzentwürfe zur Unterstützung der Schiffahrt wurden dem Re sentantenhaus vorgelegt. Zu einem Gesetze verdichteten sie sich nie. Eingehende Untersuchungen wurden von Ausschüssen angest die aber alle zu dem Ergebnis kommen mußten, daß der Betrieb e Schiffes unter der amerikanischen Flagge teurer ist als unter e anderen. Daneben bestanden allerdings auch einschränkende Bes mungen, die die Einfuhr im Ausland gebauter Schiffe nicht zulie Alle diese Umstände würden aber wohl nicht imstande gewesen eine an sich naturnotwendige Entwicklung hintanzuhalten. In letzten Jahren vor dem Kriege zeigt sich ein leichter Aufstieg, seine Begründung wohl darin finden kann, daß sich die Vereini Staaten zum Ausbau des Panamakanals entschlossen hatten und Zeichen der Veränderung der wirtschaftlichen Gestaltung von ei reinen Agrar- und Ausfuhrland zu einem Industrieland mit sta Einfuhr sich bemerkbar zu machen begannen.

Die Republikaner hatten in verschiedenen Wahlfeldzügen da hingewiesen, daß bei einem europäischen Krieg und der daraus ergebenden Verwendung großen Schiffsraumes für den Kriegsdienst wie beim Ausfall deutschen und österreichischen Schiffsraumes Lage geschaffen würde, bei der Amerika aus Mangel an Sch raum überhaupt nicht ausführen könnte. Diese Lage trat auch Beginn des Weltkrieges ein, und den Amerikanern wurde es klar, sie in einem solchen Falle ohne den nötigen Schiffsraum die son Gunst ihrer Rolle als lachender Dritter nicht ausnutzen konnten. entstand somit ein gewaltiger Anreiz zur Vergrößerung der ame nischen Handelsflotte. Bereits am 18. August 1914 wurde die führung ausländischer Schiffe unter die amerikanische Flagge, erstmalig durch das Panamagesetz gestattet worden war, erleich und im gleichen Monat eine Ship Purchase Bill im Kon eingebracht. Zunächst zeigten sich allerdings Widerstände, aber 1916 an wurde gründlich und mit gewaltiger geldlicher Unterstü an dem Ausbau der Flotte gearbeitet. Am 17. April 1917 wurde United States Emergency Fleet Corporation gründet. Vom 1. Oktober 1917 ab sollten monatlich 200 000 t schiffe mit Motorantrieb gebaut werden.

Dieser Gedanke, der gleich nach seinem Bekanntwerden stark gegriffen wurde, ist im Lichte des Ergebnisses ohne Zweifel ein schw Fehler und eine große Geldverschwendung gewesen. Man ging zum Bau von Stahlschiffen über und unternahm mit echt ame nischem Tamtam und gewaltiger Reklame den Bau von Stahlschi Die Leistungen, die in dieser Beziehung von Amerika erzielt wo sind, sind zweifellos bei aller Kritik der Erzeugnisse großartig; besondere die Art und Weise, wie die Amerikaner es versta haben, die Bevölkerung für den Schiffbau zu interessieren, ist

Weltwährungs(Dollar)-Preistafeln.

Die Preiskurven der deutschen Tafel weisen gegenüber der letzten Veröffentlichung (S. 198) erhebliche Steigerungen auf. So wurde u. a. der Kohlenpreis (in Papiermark) am 9. Februar um 81 vH, der Eisenpreis am 9. Februar um 16 vH (er befindet sich seit dem 14. Februar allerdings wieder im Sinken), der Zementpreis am 12. Februar sogar um 100 vH erhöht. Demgegenüber sind die durch die Dollarbewegung hervorgerufenen Veränderungen nur gering. In England und Schweden ist eine geringe Steigerung des gesamten Preisstandes festzustellen.

Deutschland.

England.

Schweden.

wundernswert. Zugegeben ist allerdings, daß vieles, was in großer Hast geschaffen wurde, schließlich zur Entscheidung des Krieges nicht mehr beitragen konnte. Die gewaltigen Werften, die ohne Rücksicht auf die entstandenen Kosten geschaffen wurden, haben ihre volle Leistungsfähigkeit wohl fast nie erreicht und wurden zum Teil abgebrochen, ehe sie fertig ausgebaut waren.

Als der Krieg dann zu Ende ging, standen die Amerikaner vor der Frage, was sie mit ihrer riesigen Flotte machen sollten, und man kann wohl mit Recht sagen, daß diese Frage auch heute noch nicht gelöst ist. Die Kosten des Baues lassen sich als Kriegskosten einfach abschreiben, aber wenn der Betrieb dauernd mit Unterbilanz arbeitet, so ist es selbst für ein so reiches Land wie die Vereinigten Staaten schwierig, eine solche Belastung auf die Dauer zu ertragen. Möglich wäre es jedenfalls nur dann, wenn alle sonstigen Voraussetzungen das Land zwingen, sich eine solche Flotte zu halten, und wenn der Volkswille ebenfalls auf dieses Ziel gerichtet ist. Vom wirtschaftspolitischen und geographischen Standpunkt aus betrachtet hat Amerika zweifellos eine ganz außerordentlich günstige Lage. Zwischen zwei Meeren liegend, befindet es sich, wie kein anderer Kontinent, in der idealen Mitte. Alle zum Bau und Betrieb einer Handelsflotte erforderlichen Rohstoffe besitzt es in hohem Umfang und teils sehr günstiger Lage im eigenen Lande. Wenn auch einige Küstenstrecken in ihrer geographischen Gestaltung keine besonders günstigen Häfen aufweisen, so muß man auch in dieser Beziehung Amerikas Lage als bevorzugt bezeichnen. Hier wären also alle Voraussetzungen gegeben. Es ist auch anzunehmen, daß die Entwicklung zum Industriestaat weitere Fortschritte machen wird, so daß die Möglichkeit gewinnbringender Beschäftigung im Lande nicht in dem Umfange steigt wie früher. Dieser Punkt ist von sehr großer Bedeutung, denn der Mensch begibt sich, wie insbesondere das Beispiel Norwegens zeigt, erst dann auf die See, wenn es auf dem Lande eng geworden ist.

Als Haupthindernis bleiben bestehen die größeren Betriebskosten unter der amerikanischen Flagge, die zum sehr großen Teil durch eine außerordentlich weitgehende Gesetzgebung zugunsten der Seeleute bedingt sind. Soweit man bisher übersehen kann, wird aber nicht beabsichtigt, hier Wandel zu schaffen, sondern man versucht, durch eine großzügige Subventionsgesetzgebung den Anreiz zum Bau und Betrieb von Schiffen zu erhöhen. Sie Subsidy Bill, die dem amerikanischen Kongreß in seiner soeben beendeten Tagung vorgelegen hat, ist wohl der weitestgehende Versuch in dieser Richtung, der jemals von einem Lande unternommen worden i[st]. Nicht nur sollen in ihrer Höhe sehr große unmittelbare Unt[er]stützungen gewährt werden, sondern die heimische Flotte soll au[ch] unterstützt werden durch Bevorzugung der Güter in den Eisenba[hnen], frachten, die auf amerikanischen Schiffen ein- und ausgefü[hrt] werden. Der in diesem Gesetz zum Ausdruck kommende P[ro]tektionismus kann überhaupt geradezu als klassisch bezeichn[et] werden. Mit dem größten Interesse wird daher von allen der Schiffahrt Beteiligten das Schicksal dieser Vorlage verfol[gt]. Der Gesetzentwurf ist zwar im Repräsentantenhaus angenomm[en] worden, aber in einer so abgeänderten und beschnittenen For[m], daß man eigentlich eher von einer Ablehnung sprechen ka[nn]. Besonders hervorzuheben ist die grundsätzliche Änderung, d[aß] nicht mehr durch das Gesetz bestimmte und feststehende Su[m]men jährlich verausgabt werden sollen, sondern daß die Bewi[lli]gung alljährlich durch die gesetzgebenden Körperschaften erfolgen m[uß]. Die Wirkung dieser Änderung liegt auf der Hand. Der Reeder [ist] nicht mehr in der Lage, mit bestimmten Unterstützungen zu rechn[en] und kann infolgedessen nicht im voraus kalkulieren, ob er seine Li[nie] mit Hilfe der Zuschüsse gewinnbringend in Betrieb zu halten verm[ag] oder nicht. Hiermit entfällt der allergrößte Anreiz und die Grundla[ge] jeder gesunden kaufmännischen Kalkulation.

Die letzten Nachrichten aus Washington melden, daß mit dem A[us]einandergehen des Kongresses die Subsidy Bill als begraben zu betra[ch]ten ist. Dieses Ergebnis muß als eine schwere Niederlage des Prä[si]denten betrachtet werden, hatte sich doch Harding auf das Wärm[ste] für die Vorlage eingesetzt. Darüber hinaus beweist das Schi[ck]sal des Gesetzes, daß die oben erwähnte Voraussetzung [für] die Erhaltung einer wirklich großen amerikanischen überseeisch[en] Handelsflotte, nämlich der einheitliche Wille des Volkes hier nicht vorhanden ist. Wenn diese Annahme richtig ist, so ka[nn] man nicht anders, als der amerikanischen Handelsflotte ein [un]günstiges Horoskop zu stellen, denn auf die Dauer wird sich [nie]mand finden, der mit Verlust Schiffahrt unter amerikanischer Flag[ge] in nennenswertem Umfange betreibt. Wird aber der Weg der [un]mittelbaren Unterstützung der amerikanischen Schiffe durch Beihil[fen] verlassen, so könnte die amerikanische Handelsflotte sich nur da[nn] auf ihrer heutigen stolzen Höhe halten und sich weiter entwicke[ln], wenn es den Amerikanern gelingt, die Kosten des Betriebes der Schi[ffe] unter ihrer Flagge so zu mindern, daß sie wirklich wettbewerbfä[hig] werden. [W 169] Dr. L. Kiep, Hamburg

---

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenbli[ck]lichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 2000.

Die Unterseeboote der Germaniawerft von Dr.-Ing. ehr. H. Techel. Berlin 1922, Verlag des Vereins deutscher Ingenieure. Preis Gz. 6.

Das vorliegende Werk hat nicht nur geschichtliche Bedeutung, indem es in großen Zügen den Werdegang des Unterseebootes in Deutschland unter Führung der Germaniawerft erläutert, sondern es erlangt dadurch einen ganz besonderen bleibenden Wert, daß es der als Ingenieur rühmlichst bekannte Verfasser versteht, die Fragen klar herauszuschälen, die beim Bau von Unterseebooten auftreten und eine Lösung unter ganz besonders schweren Bedingungen verlangen. Raum- und Gewichtersparnis, Stabilität, Wohnlichkeit, Sicherheit und Leistungsfähigkeit sind auch beim Entwurf gewöhnlicher Oberflächenschiffe zu berücksichtigen. Das Unterseeboot verlangt hierin eine Virtuosität, die nicht von heute auf morgen erreicht wird. Um so mehr ist es anzuerkennen, daß die Kruppsche Germaniawerft als erste in Deutschland und noch rechtzeitig den Unterseebootbau begonnen hat, so daß der Vorsprung des Auslandes überholt werden konnte. Dabei erforderten die Wahl der Antriebmaschinen, die Regelung der Verdrängung und Stabilität, die Kompaß- und Sehrohrfrage, die Ruderfrage für die Unterwasserfahrt, die Festigkeitsfrage und unter vielem anderm schließlich auch die Bewaffnungsfrage eine Unmenge von Kleinarbeit, die zu besonderen, für ein U-Boot typischen Ausführungsformen führte. Damit hat der U-Bootbau, der Deutschland heute unmöglich gemacht ist, zweifellos auch auf den allgemeinen Schiffbau befruchtend gewirkt, denn der Kampf mit Raum und Gewicht ist es, der den Schiffbau kennzeichnet. Die verschiedenen Hunderte von Abbildungen und Konstruktionsplänen, die vom Verlage mit beachtenswerter Sorgfalt wiedergegeben sind, unterstützen die Ausführungen des Verfassers so, daß das Werk zu einem Denkmal deutscher Ingenieurleistung wird. Dr.-Ing. W. Schmidt.

Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange. Von F. Dannemann. 2. Aufl. III. Bd.: Das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften bis zur Aufstellung des Energieprinzips. Leipzig 1922, Wilhelm Engelmann. 434 S. mit 65 Abb. und einem Bildnis. Preis Gz. 12,5, geb. 14,5.

Christmann-Baer: **Grundzüge der Kinematik.** 2. Aufl. Von Dr.-Ing. H. Baer. Berlin 1923, Julius Springer. 138 S. mit 164 Abb. Preis Gz. 4, geb. 5,5.

Die zweite Auflage ist gegen die erste, s. Z. 1912 S. 128, durch einige Beispiele aus der Praxis erweitert. Ferner ist die rechnerische Bestimmung der Maßstäbe bei den verschiedenen Verfahren zur Ermittlung der Beschleunigungen eingefügt.

Handbuch der physikalisch-chemischen Industrie für Forscher und Te[ch]niker. Von Prof. Dr. K. Arndt. 2. Aufl. Stuttgart 1923, Ferdin[and] Enke. 886 S. mit 644 Abb. Preis Gz. 28,5.

Für die Beurteilung des Buches sei auf die eingehende Besprechu[ng] der ersten Aufl., Z. 1915 S. 732, verwiesen.

Ein neuer Kampf um die Cheopspyramide. Von E. Landt. Berlin 19[..], Weidmannsche Buchhandlung. 82 S. mit 14 Abb. und 3 Tafeln. Pr[eis] Gz. 0,75.

Die Schrift wendet sich gegen die Zahlenmystiker, die aus den [Ab]messungsverhältnissen und der örtlichen Lage der Pyramiden alle m[ög]lichen geheimen Kenntnisse und Lehren der Ägypter herauslesen [zu] können glauben; sie ist in der Hauptsache gegen die Schrift von Ne[e]ling, „Die kosmischen Zahlen der Cheopspyramide, der mathematis[che] Schlüssel zu den Einheitsgesetzen im Aufbau des Weltalls“, s. Z. 1[9..] S. 910, gerichtet, der er im einzelnen starke Irrtümer und eine ph[an]tastische Zahlenspielerei nachweist, die aller wissenschaftlichen Gru[nd]lagen entbehrt.

Rahmenformeln. Von Prof. Dr.-Ing. A. Kleinlogel. 4. A[ufl.] Berlin 1923, Wilhelm Ernst & Sohn. 319 S. mit 1008 Abb. P[reis] Gz. 10,8, geb. 14,1.

Gebrauchfertige Formeln für einhüftige, zweistielige, dreieck[for]mige und geschlossene Rahmen aus Eisen- oder Eisenbetonkonstrukt[ion] nebst Anhang mit Sonderfällen teilweise und ganz eingespannter so[wie] durchlaufender Träger.

Kolbendampfmaschinen und Dampfturbinen. Von Prof. H. Dubb[el]. 6. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 523 S. mit 566 Abb. Pr[eis] geb. Gz. 11.

Den bei Besprechung der vierten Auflage, s. Z. 1920 S. 754, geäußer[ten] Wünschen ist bereits in der fünften Auflage Rechnung getragen. Diese [und] die vorliegende sechste Auflage sind auf den bewährten Grundlagen [der] Abfassung des Werkes weiter ausgebaut und durch weise Streichung [von] heute nicht mehr so wichtigen Abschnitten auf dem früheren Umfa[ng], der die Anschaffung dem Ingenieur noch möglich erscheinen läßt, [ge]lassen, so daß das Buch sich mit bestem Recht ein „Lehr- und Ha[nd]buch für Studierende und Konstrukteure nennen darf.

Kolbenpumpen und Zentrifugalpumpen, deren Berechnung und Konstr[uk]tion. Von Studienrat Bethmann. 3. Aufl. Leipzig 1923, Os[kar] Leiner. 236 S. mit 316 Abb. Preis Gz. 4.

Das für technische Mittelschulen berechnete Buch weist in [der] vorliegenden dritten Auflage eine ausführliche Behandlung der Zen[tri]fugalpumpen auf.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

R. 14 SONNABEND, 7. APRIL 1923 BD. 67

INHALT:

Die Aufgabe der akademischen Jugend für Deutschlands Wiedergeburt.

Ansprache bei Übernahme des Rektorates der Sächsischen Technischen Hochschule am 28. Februar 1923.

Von Prof. Dr. Nägel, Dresden.

inem alten Brauche folgend habe ich heute die Aufgabe, ein mir für meine Tätigkeit als Rektor besonders am Herzen liegendes Problem zu erörtern. In normalen Zeitläuften hätte es nahe gelegen, bei dem heutigen feierlichen Anlaß für die Zukunft anzubahnende Entwicklungsrichtung der schule in dem von mir vertretenen Ausschnitt des technischen enschaftsgebietes zu beleuchten oder etwa neue fruchtbare hungen zwischen dem eigenen Arbeitsfeld und den For-ıgsergebnissen aus anderen Zweigen der Wissenschaft auf-gen. Die Gegenwart mit ihren besonderen neuartigen Auf-ı bietet zu überaus lohnenden Ausführungen dieser Art reich-Gelegenheit. Der Ernst jedoch, der uns aus dieser Gegen-entgegenstarrt, raubt uns die Ruhe zur beschaulichen Ver-ıg in die schlummernden Schätze der uns ans Herz gewach-wissenschaftlichen Forschung. Sobald wir akademischen er, die wir berufen sind, einem kommenden Geschlecht der gen Arbeiter unseres Volkes das Rüstzeug für ihre Lebens-be an die Hand zu geben, uns in heutiger Zeit mit Ihnen, nilitonen, im ehrwürdigen Rahmen einer akademischen Feier nmenfinden, lastet doppelt schwer auf unserer Seele der k, unter dem ganz Deutschland vergeblich nach einem freien zug schmachtet. Von dieser Stelle aus, von der wir Älteren unde von Triumphen deutschen Geistes nur im harmonischen mmenklang mit der Betonung deutscher Macht und Größe ›rnehmen gewöhnt waren, kann Ihnen, Kommilitonen der kriegzeit, nur die unendliche Not der Gegenwart vor die geführt werden — jene Not, die unser ganzes Volk mit ıen Klammern zu fesseln droht und uns allen und jedem ein-n von uns mit unverwischbarer Klarheit das letzte Ziel alles fens und Strebens unserer Zeit aufzeigt, das sich in die e zusammenfassen läßt: Freiheit und Frieden.

Freiheit und Frieden fordern wir für unser und der Unsrigen ı und für die Betätigung der Pflicht im Dienste der Aufgabe, ler das Leben eines jeden sich seiner Verantwortung be-en Menschen untrennbar verbunden ist. Diese Aufgabe seines ıs erfüllt der Mensch durch die Arbeit, die sein Leben er-. Um die Freiheit und den Frieden für diese Lebensarbeit Millionen deutscher Männer und Frauen tobt der Kampf, in wir heute stehen. Mit der rohen Gewalt der Kriegswaffen Gattungen und Kaliber sucht der uns bedrängende Feind zu werden über die Kerntruppe unserer Armee der fried-ı Arbeit, die — bewaffnet nur mit dem Pflichtbewußtsein ge-ıer dem Vaterland und mit der Liebe zur heimatlichen le — sich dem Unterdrücker entgegenstellt und es unter-t, mit dem moralischen Übergewicht des Rechtsbewußtseins ın physischer Macht unendlich überlegenen Gegner stolz und mutig die Stirn zu bieten. Der Preis des Kampfes ist die it deutschen Geistes und deutscher Hand. Dort, wo die e deutscher Ingenieurkunst sich am dichtesten zusammenge-haben und eine Hochburg für die Gemeinschaftsarbeit von und Hand bilden, glaubt der vermessene Feind, den Blut-lauf des deutschen Wirtschaftslebens ı empfindlichsten zu treffen. Zu keiner Zeit vor dem Weltkriege, während seiner fünfjährigen Dauer und nach ihm ist der Wert dieser Arbeit so in den Vordergrund der großen Entscheidungen über das Geschick unseres Vaterlandes getreten als im gegenwärtigen Zustand unserer tiefsten Demütigung.

Die hohe Einschätzung der Errungenschaften der Arbeit unserer Hände und Köpfe, für die uns in der Gegenwart vom Feinde das Bewußtsein geschärft und eingehämmert wird, steht in einem merkwürdigen Gegensatz zu dem Ruf, in den der Begriff der Berufsarbeit durch die inneren Stürme, die unser Volk in den vergangenen Jahren durchtobten, zu geraten drohte und in weiten Schichten unseres Volkes geraten ist. Wenn wir die Tageszeitungen aller Richtungen auf die wirtschaftlichen Probleme hin durchsehen, die in der heutigen Not im Mittelpunkt der innerpolitischen Entwicklung unseres Staatslebens stehen, so tritt uns die Arbeit nur als Äquivalent für das Anrecht auf die Befriedigung der elementaren Lebensbedingungen entgegen. Als einziger Maßstab der Arbeit erscheint das schnöde Geld, und unsere Jugend, die im Zustand der größten Anpassungsfähigkeit für ihre geistige Einstellung lediglich dem Einflusse der Gleichung „Arbeit gleich Geld“ ausgesetzt ist, läuft ernstlich Gefahr, auf ihrem Entwicklungsweg an den sonnigsten Gipfeln menschlichen Glückes vorübergeführt zu werden, ohne vielleicht je im Leben den Rückweg zu ihnen zu finden.

Unserer Technischen Hochschule fällt nach ihrer Satzung die Aufgabe zu, auf technisch-wissenschaftlichem und künstlerischem Gebiet durch Forschung und Lehre die Grundpfeiler unseres nationalen Schaffens festigen und ausbauen zu helfen. Somit steht sie in unmittelbarer Beziehung zu der Arbeit unseres Volkes. Tausende von Studierenden suchen in ihr die Quelle für die Kraft, die sie in ihrem künftigen Beruf der Arbeit leihen wollen, mit der sie teilzunehmen gedenken am Werke zur Förderung unserer Wohlfahrt. In diesem Haus erfahren diese Tausende die erste Berührung mit dem Begriff der Berufsarbeit, mit der sie für ihre Zukunft aufs engste verbunden bleiben, bis das Alter ihre Kräfte schwinden läßt oder der Tod sie mitten aus dem schaffenden Leben abruft.

Diesen Jugendjahren, die diese Tausende hier im unmittelbaren, von gegenseitigem Vertrauen getragenen täglichen Verkehr mit ihren Lehrern verbringen, muß für die Entwicklung der späteren Lebensanschauung eine besondere Bedeutung zugeschrieben werden. Wem von uns Älteren wären nicht bestimmte Aussprüche oder Handlungen unserer Lehrer in unvergänglicher Erinnerung geblieben, um uns für Lebenszeit feste Leitmotive des eigenen Handelns zu werden? Es liegt daher nahe, eine zweite und nicht minder wichtige Aufgabe der Hochschule darin zu erblicken, dem in der Entwicklung begriffenen Mitarbeiter durch Rat und Beispiel die Hand zu bieten, um ihn auf die folgenschweren Entscheidungen über die Einordnung der beruflichen Pflicht, die seiner harrt, in dem Rahmen seines gesamten Lebensplanes vorzubereiten.

Zu diesem Gedankengang knüpfe ich an die Beobachtung der beruflichen Wirtschaftskämpfe der Gegenwart an und stelle an die Spitze meiner Ausführungen die Behauptung, daß es die Verkümmerung unseres kulturellen und sozialen Fortschrittes bedeuten würde, wenn für uns der Anreiz zur Arbeit unseres Berufes sich letzten Endes in dem Naturtrieb erschöpfte, den in uns der Hunger in bezug auf unsere Nahrungsaufnahme und die äußerliche Empfindlichkeit unseres Körpers in bezug auf unsere Kleidung und Wohnung auslösen. Trotz aller Not, die jetzt ihre Fühler mehr oder minder hart wohl in jedes der Häuser vorstreckt, aus denen wir hier zusammengekommen sind, müssen wir uns mit Stolz und Begeisterung zu der tief innerlichen Erkenntnis durchringen, daß für uns die Arbeit unseres Berufes nicht in erster Linie das Mittel bildet, durch das wir das materielle Dasein unser selbst und unserer Familien sicherzustellen suchen. Diese Arbeit muß uns vielmehr zum Selbstzweck werden, und diesen Selbstzweck verfolgen wir unter Aufbietung unserer besten Kraft, um im Herzen der Segnungen teilhaftig zu werden, die aus dem Bewußtsein des ideellen Erfolges unserer Arbeit hervorquellen. Aus diesem Bewußtsein erblüht uns ein Glück, das uns kein Reichtum der Erde mit Mark oder Dollar ersetzen kann, das uns aber den unwiderstehlichen Ansporn zu weiterem Schaffen und Wirken bietet. Es läßt uns selbst bei der schwersten Arbeit vergessen, daß diese nebenher uns auch das Anrecht auf die Befriedigung unserer materiellen Lebensbedürfnisse im weitesten Sinne des Wortes verleiht. Wir lernen empfinden, daß dieses Anrecht uns erst dadurch zufällt, daß wir uns durch unsere Arbeit und durch unsere freudige Bereitschaft zu ihr der Mitgliedschaft eines sozialen Gemeinwesens würdig erzeigt haben, wie es durch Gemeinde und Staat gebildet wird. Durch unsere Arbeit haben wir über dieses Anrecht hinaus, das sich in vergänglichem Geldwert ausprägt, uns in erster Linie um die Erzeugung eines geistigen oder körperlichen Produktes verdient gemacht, das wir begrifflich als eine Leistung zum Wohle der Allgemeinheit erfassen können und das in dieser seiner Auswirkung den Maßstab für den Wert der Arbeit liefert. Nicht der subjektive Erlös an Geld, sondern der objektive Nutzen für die Allgemeinheit bietet uns hiernach den Wertmesser für die Arbeit, nach dem sich die innere Befriedigung abstuft, aus der das Glück der Arbeit hervorgeht. „Nur die Arbeit, und zwar die uneigennützige Arbeit für ein ideales Ziel, gibt dauernde Befriedigung" — sagt Helmholtz. Mühelos gewonnener Reichtum, zu dem gegenwärtig die Straße der Großstadt und der trostlose Wirrwarr unserer Wirtschaftslage die Sinne reizen, entbehrt der inneren Verknüpfung mit dem nachhaltigen Bewußtsein, mit dem der Segen, der der Mühe Preis ist, unser Herz erfüllt. Nur einem minderwertigen Menschen kann für diesen Unterschied das Verständnis entgehen.

Fern liegt es mir, die wirtschaftlichen Kämpfe der Gegenwart an sich zu verurteilen. Sie erscheinen unvermeidlich auf Grund der Umstellung, die unser ganzes Wirtschaftsleben als Folge des Kriegsausganges erfahren mußte, und sie werden fortdauern, bis das innere Gleichgewicht auf der neuen wirtschaftlichen Basis erreicht ist, um die wir heute noch mit unseren Feinden kämpfen. Aber erhaben über allem Kampf und Streit muß uns die Pflicht zur Arbeit vorschweben — nicht als ein Übel, das uns im Kampf ums Dasein verfolgt, sondern als die Quelle des reinsten Glückes, mit dem wir unser Leben zu erfüllen vermögen.

Den Einwand, daß solche Denkweise wohl für den Beruf des geistigen Arbeiters, nicht aber für den Handarbeiter anwendbar sei und hierdurch in ihrem Gültigkeitsbereich eine wesentliche Einschränkung erfahre, möchte ich mit Entschiedenheit zurückweisen. Tausend Erinnerungen an meine Jugendzeit, die ich in zeitlich viel ausgedehnterem Maße in den Werkstätten der Gußstahlfabrik Döhlen inmitten der Reihen der Arbeiter als unter der elterlichen Obhut verbracht habe, zeigen mir zahlreiche Arbeiterfreunde, die sich in vorbildlicher Hingabe und mit sichtlicher Freude ihrer Berufspflicht widmeten. In ihrer Begeisterung, mit der sie die sich dem Erfolg entgegenstemmenden Widerstände niederzukämpfen suchten, dachten sie sicherlich nicht an die klingende Münze, die ihnen der nächste Lohntag für ihre Mühe und Arbeit bescheren würde. Auch meine späteren eingehenden Erfahrungen im westfälischen Industriegebiet bestätigen jene Jugenderinnerungen. Sie haben in mir ein Idealbild des Arbeiters entstehen lassen, das sich auf der Voraussetzung des einsichtsvollen Brotherrn aufbaut und dessen Verwirklichung für mich die einzige Lösung der für unsere Gegenwart und Zukunft grundlegenden Aufgabe darstellt, das Los des Handarbeiters zu adeln, diesem die Freude am Schaffen seiner Hand zu erschließen und ihn für den Erfolg zu begeistern, den seine Arbeit am Einzelteil eines großen Werkes für das Gelingen des Ganzen ausmacht. Nicht allein der bare Lohn, den der Arbeitnehmer aus der Hand des Arbeitgebers empfängt, bildet die Grundbedingung für das Lebensglück des Arbeiters. Die Hauptbedingung muß er aus sich heraus erfüllen, indem er freudigen Herzens die Pflicht zur Arbeit auf sich nimmt und an die Arbeit um ihrer selbst willen herangeht. Ist dieses Ziel erreicht, dann muß sich zwischen den Berufsklassen die soziale Kluft vermindern, für die nach meinem Dafürhalten weniger die Art der Berufstätigkeit als vielmehr die Berufsauffassung den Grund bildet. Wenn erst die Glieder aller Berufsarten sich im Bewußtsein vereinigen, daß die Pflicht zur Arbeit den höchsten Reiz und Inhalt eines jeden Berufs bildet, dann kann sich auf dieser gemeinsamen Grundlage das all
Verständnis für das einträchtige Zusammenarbeiten aller B
gruppen durchringen und dazu führen, daß mit ihm auch
sich so selbstverständliche und doch so oft vermißte gegen
Achtung der einzelnen Berufe und Berufschichten sich al
gendes Band um den ganzen Volkskörper schlingt.

Wenn die vom Geldbegriff losgelöste Berufsauffassu
normale Zeiten als berechtigt und erstrebenswert ane
werden muß, wie viel mehr muß sie dann als zutreffend be
werden in der Zeit der höchsten Not und der tiefsten Demüt
die wir jetzt durchleben müssen! Von gleicher Größenor
in der das uns vom Feinde diktierte Reparationsprogram
unsere wirtschaftliche Daseinsfähigkeit erscheint, ist für das
tige Geschick unseres Volkes das innere Problem unsere
lung zur Arbeit, das bereits vor dem Kriege seine dro
Schatten auf den lichtvollen Glanz unserer wirtschaftliche
wicklung warf, um sich nach dem Krieg unter dem Einfluß
unglücklichen Ausganges für uns zur brennenden Sorge
zuwachsen. Wir können als Kulturvolk und im Genusse d
verbliebenen Lebensgüter nur weiterbestehen, wenn wir als
eine gewaltige Produktionsfähigkeit entfalten, die uns im
schaftlichen Ringen mit der übrigen Welt die finanzielle Kra
Durchführung der zu unserem Bestand erforderlichen E
verleiht und darüber hinaus uns noch befähigt, die Laste
Krieges abzutragen. Diese Aufgabe ist — wenn überha
nur lösbar durch gesteigerte Arbeitsleistung und durch ei
lange Zeit gebotene Einschränkung jedes entbehrlichen A
des. Jeder, der unser Volk über diesen elementaren Zusa
hang unseres Wohlergehens mit dem Maß der von uns zu l
den Arbeit hinwegtäuscht, versündigt sich am Vaterland.
Volk ist daher zu Großtaten anzuspornen, die nur unter
verleugnung bewältigt werden können und als deren Preis u
glücklicheres Deutschland vorschwebt, in dem kommend
schlechter unseres Blutes dankbar dieser Gegenwart ge
sollen, die auf den Trümmern einer zerschlagenen Herrli
den Grundstein einer neuen Größe aufzurichten, auf sich
Für diese Aufgabe und für die durch sie bedingte Arbeit
in uns Deutschen die moralische Kraft zu erzeugen. Und
Kraft werden wir teilhaftig — hierin liegt die Aufgabe für
innere Wiedergeburt —, wenn wir die Arbeit als Hemmnis u
Glückes von uns weisen und sie als größte Segnung unser
seins als ein Gnadengeschenk einer in ihrer Weisheit un
überlegenen Gottheit dankbaren Herzens entgegennehmen.

In diesem Sinne zu wirken, Kommilitonen, das ist di
dung, die Ihnen zufällt und die in erster Linie von Ihn
vorbildliche Beispiel der eigenen Tat erheischt. Richt
daher die Begeisterung, deren die deutsche akademische J
sobald das Wohl des Vaterlandes in Gefahr ist, immer fähi
und fähig bleiben wird, auf Ihre innere Einstellung zu der
Ihres Lebens und schwingen Sie sich auf zu einer Höhe d
rufsauffassung, in der diese bewahrt bleibt vor dem ernie
den Staube kleinlicher Alltagssorgen!

Kommilitonen! Mit freudiger Genugtuung ist man sic
in der Anerkennung, daß Sie trotz der zermürbenden Not,
uns lastet, an dem Schwung Ihrer Seele keine Einbuße
haben. Kein Versuch, den altbewährten Idealismus der
mischen Jugend einer nüchternen, von Neid und Mißgun
tränkten Lebensanschauung zu unterjochen, konnte den
der Gesinnung durchbohren, den eine die Jahrhunderte
dauernde, vom Freiheitsdrang durchglühte Tradition gefü
Diese Treue ist für uns, Ihre Lehrer, der erfrischende Q
dem wir — unbekümmert um die dahinschwindenden Jah
— das Spiegelbild unserer eigenen Jugend erblicken, und a
wir die Kraft schöpfen, uns das Verständnis für die Jug
erhalten — für ihre Freuden und auch für ihre Sorgen.
wissen wir, daß viele von Ihnen unendlich schwer mit dem
kämpfen. Ihnen besonders gilt unser Dank für die aufrech
tung, mit der sie dem Mißgeschick Trotz bieten. Denk
daran, daß gerade unter denen, an deren Tür die Not des
lands in der einen oder anderen Form noch nicht angeklo
sich viele Bürger unseres Staates befinden, um deren Zug
keit dieser nicht zu beneiden ist. Demgegenüber muß
Ehrentitel eines Deutschen gelten, an der Last, die unse
bedrückt, mit eigenen Schultern tragen zu helfen.

Kommilitonen! Trotz dieser Not, von der wir nicht
wissen, ob nicht die Zukunft in ihrem Schoße noch gra
Formen aufgespart hat, muß ich als Ziel und Zweck mein
führungen an Sie die Forderung richten, bei Ihrer Arb
der Sie sich in diesem Haus auf Ihren künftigen Lebensbe
bereiten, nicht in erster Linie die Geldwerte vor sich zu
in die Sie später die hier erworbenen Kenntnisse umzuprä
denken. Suchen Sie das Leitmotiv für Ihre Studien in
hebenden Absicht, Ihrem Leben einen vollwertigen geisti
halt zu verleihen und im Erfolg Ihres Lernens eine H
zu gewinnen, an der Sie einzugreifen vermögen in den M
mus der Gesamtarbeit unseres Volkes! Nicht der Dran
äußerlicher Berechtigung, wie sie die Prüfungen mit sich
beherrsche das Streben, das Sie hier entfalten, sondern eine
Begeisterung für die Pflichten des erwählten Berufs, für
Ihnen hier am Herzen liegen muß, das wissenschaftliche W
zuzurichten und auf eine möglichst hohe Stufe der Entw
zu erheben!

Hiermit jedoch ist die Forderung noch keineswegs erschöpft, militonen, die die Gegenwart an Sie stellt. Bisher fand die ieser Gegenwart in der Ihnen gestellten Aufgabe nur inso- Berücksichtigung, als Sie trotz dieser Not verpflichtet n, die aus normalen Zeitumständen hergeleiteten Richtlinien Streben zu erhalten. Die Gegenwart indes verlangt — wie ahen — Großtaten von unserem Volk. Jeder von uns muß bewußt werden, daß die Zeiten gesättigten Glückes der ng des einzelnen gegenüber anspruchsloser sind als die Zeit ationalen Bedrängnis. Aus dieser heraus heißt es eine Cha- rgröße entfalten, die der Not gewachsen ist. Das alte Sprich- „Je größer die Not, desto näher ist Gott", müssen wir auf e Tage umprägen, indem wir die Gottheit in der gesteigerten erblicken, die uns die Not eingibt. Wir müssen uns durch- n zu dem Bekenntnis der inneren freudigen Befriedigung dar- daß die uns auferlegte Not uns die Gelegenheit zur Entfal- der größten Kraftanspannung gibt, deren wir fähig sind, und ne Zeit der ausgeglichenen Wohlfahrt nie und nimmer von erlangt hätte. Hiernach gilt es also, nicht mit dem Geschick dern, daß es ausgerechnet unsere Lebensspanne mit dieser les Tiefstandes der Weltgeltung des deutschen Namens zu- enfallen läßt. Nein, freudig danken wollen wir dem Los, daß rechnet die Kraft unserer Generation es sein soll, die be- ist, unser Vaterland aus diesem Dunkel der Gegenwart in sonnigere Zukunft hinüberzuführen. In dem Bewußtsein Freude an der unendlichen Größe, in der uns die Not die ns liegende Aufgabe erscheinen läßt, gewinnen wir die che Herrschaft über die Not selbst und den Mut und die sie zu meistern. Die freudige Bereitschaft zu dieser Auf- Ihres Lebens, Kommilitonen, muß in Ihrem Herzen eine be- rnde und beglückende Harmonie der Empfindungen auslösen, Sie für den erhebenden Idealismus, der Ihre Jugend beherrscht und uns Ältere mit sich reißt, das Feld seiner Betätigung vor sich sehen und zugleich die Brust sich heben fühlen im stolzen Bewußtsein des heiligen Ernstes, mit dem die Rettung des Vaterlandes Ihrer — der deutschen Jugend — Verantwortung übertragen wird. Jeder Buchstabe des vaterländischen Gelübdes Ihrer Jugend muß zur Tat reifen! Unbegrenzt ist das Vertrauen, das das Deutschland der Not zu seinen Söhnen hat. Suchen Sie beizeiten, Kommilitonen, dem Aufbau Ihres Lebenszieles die sittliche Tragkraft zu geben, die solcher Belastung fähig ist!

Ein Beispiel wurde uns gegeben. Beim Eingang und Ausgang aus diesem Saal unserer akademischen Weihestunden grüßt uns mit feierlichem, wehmütigem Ernst die Erinnerung an die, die einst zu den Unsrigen gehörten und die die Pflicht des Vaterlandes in blühender Jugend für immer aus unserer Reihe herausriß. Sie ruhen in feindlicher Erde, ihr Geist aber ist lebendig geblieben in unserem Herzen und soll uns befähigen, der Aufgabe Herr zu werden, die Deutschland in Not uns stellt. Bei unsern Gefallenen wollen wir beteuern, diese Riesenaufgabe freudigen Herzens auf uns zu nehmen und uns ihrer Größe würdig zu erzeigen. Das Ziel unseres Strebens sei beherrscht von der Sehnsucht nach Freiheit und Frieden für die uns heilige Arbeit ums Vaterland!

Auch für uns gelten die Worte, die Johann Gottlieb Fichte vor mehr als hundert Jahren formte:

Du sollst an Deutschlands Zukunft glauben,
An Deines Volkes Auferstehn!
Laß diesen Glauben Dir nicht rauben
Trotz allem, allem, was geschehn!
Und handeln sollst Du so, als hinge
Von Dir und Deinem Tun allein
Das Schicksal ab der deutschen Dinge,
Und die Verantwortung wär Dein!

Holzkonservierung.

Eine Frage, die gegenwärtig für ganz Europa allergrößte Be- g hat, ist die Holzkonservierung. Die vergangenen Jahre haben t sich gebracht, daß die Holzvorräte in weit stärkerem Maß wünscht ausgenutzt werden mußten, und daß infolgedessen äußerste mkeit in den nächsten Jahren die Parole sein muß. Da infolge chwierigen industriellen Lage, der außerordentlichen Verschie- in den Produktionsmöglichkeiten usw. Holz für viele Fachgebiete Stelle von Eisen und Stein eintreten muß, so wird diese Be- g nur noch verschärft. Soweit sich gegenwärtig übersehen st es kaum möglich, Schonung unsrer Holzbestände dadurch zu en, daß wir Holz aus Anwendungsgebieten, die es wegen seiner mäßigkeit gefunden hat, verdrängen. Es kann sich nur darum han- die Gebrauchsdauer möglichst zu erhöhen. Doppelte Gebrauchs- heißt ja schließlich dasselbe wie halber Verbrauch. Große In- zweige, wie die Eisenbahn- und Telegraphenverwaltungen, sind hlich schon seit langem darauf eingestellt, alles Holz, was sie chen, durch Tränken gegen Fäulnis zu schützen und dadurch Gebrauchsdauer von 3 bis 5 Jahren auf 16 bis 20 Jahre herauf- en. Im Bergbau regt es sich jetzt ebenfalls. Landwirtschaft auwesen verhalten sich allerdings noch ziemlich ablehnend.

Unter diesen Umständen erscheint es angebracht, bei jeder sich den Gelegenheit auf die ungeheure Bedeutung der Holztränkung weisen. Besondere Veranlassung hierzu gibt die kürzliche In- setzung zweier neuer großer Imprägnierwerke in Stolpmünde Ostsee und in Korschen (Ostpreußen). Diese arbeiten nach dem wärtig von der Deutschen Reichspostverwaltung für ihre Masten iegend benutzten Verfahren der verbesserten Kyanisierung. Es us der ganzen Reihe der seit mehr als einem Jahrhundert ver- n und zum Teil auch in größerem Umfang ausgeführten Ver- nur sehr wenige, kaum zwei oder drei, die sich den in An- ht der wirtschaftlichen Notwendigkeit ziemlich scharfen Anforde- der deutschen Verwaltungen vollauf gewachsen gezeigt haben. erbesserte Kyanisierung hat in wenigen Jahren die meisten andern verfahren überholt und u. a. auch die seit dem Jahr 1830 aus- alte Kyanisierung vollständig ersetzt, ganz zu schweigen von m die Wende des Jahrhunderts vielgenannten Boucherieverfahren. as Verfahren der verbesserten Kyanisierung besteht darin, daß , Eisenbahnschwellen, Grubenholz, Bauholz usw. während acht in großen, aus Eisenbeton hergerichteten Behältern, Abb. 1, in einer g von 0,667 vH Quecksilbersublimat und 1 vH Fluornatrium ein- rt werden. Die Lösung wird täglich geprüft und gemischt, da- in gleichmäßiges Durchtränken der Hölzer ermöglicht wird. nd der Einlagerdauer saugt sich das Holz mit ihr voll, wobei ublimat bis zu 1 cm, das Fluornatrium bis zu 3 cm tief ein- und so eine Entwicklung der holzzerstörenden Pilze unmöglich . Nach dem Tränken werden die Hölzer getrocknet und sind gebrauchfertig. Sie können nach Wunsch auch gestrichen wer- Das Verfahren ist unstreitig von allen gegenwärtig ausgeübten verfahren am saubersten. Die Hölzer riechen nicht, sie dunsten nicht aus und sind infolgedessen auch in keiner Weise gesund- efährlich, was mitunter dem Tränken von Laien nachgesagt wird. ag wohl hierbei der Name Kyanisierung eine gewisse Rolle spielen; Dieser Name hat aber nichts mit Cyankali zu tun, sondern kommt von dem Erfinder Kyan.)

Die Ausweise der Deutschen Reichspostverwaltung und andrer Stellen zeigen, daß die Lebensdauer der kyanisierten gegenüber rohen Hölzern mindestens auf mehr als das Dreifache erhöht wird.

Abb. 1. Innenansicht des Kyanisierwerks Stolpmünde.

Da aber die Kosten für die Tränkung weit unter den Kosten des Holzes bleiben, so folgt, daß unter Berücksichtigung der Fracht- und Einbaukosten solcher getränkten Hölzer die Tilgungsquote für sie etwa den vierten Teil derer von rohem Holz beträgt. Die holzverbrauchende Industrie sollte sich daher mit dem Gedanken der Tränkung mehr befreunden. [1679] Dr.-Ing. F. Moll.

Preisaufgabe zur Förderung der Luftfahrt.

Der Preis von 6000 *M* für die in Z. 1922 S. 728 erwähnte, von der Technischen Hochschule Stuttgart gestellte Aufgabe ist durch eine Stiftung der Firma Rohrbach-Metallflugzeugbau G. m. b. H., Berlin, um den Betrag von 15 $ erhöht worden. Die Aufgabe, deren Lösungen bis zum 1. Januar 1924 beim Rektorat der Technischen Hochschule Stuttgart mit Angabe des Verfassers in verschlossenem Umschlag und Kennwort einzureichen sind, soll die Frage klären, welche Maßnahmen: Vergrößerung der Geschwindigkeit, Verbesserung der Transportleistung oder des Verhältnisses von Nutzlast zu Motorleistung, oder Vergrößerung der Lebensdauer, am besten geeignet sind, den Flugzeugverkehr zu fördern. [M 374]

Wagenkipperbrücke.

Berichtigung: Die Nummer, unter der Diapositive (nicht Druckstöcke) der Abbildungen 1 bis 3 in Z. 1923 S. 219 bezogen werden können, lautet: TWL 1142. [M 377]

Neuzeitliche Prüfmaschinen und Prüfeinrichtungen.

Von F. Mohr Mannheim.

(Schluß von Seite 104.)

Versuchsbohrmaschinen.

Die Verwendung von Versuchsbohrmaschinen nach Lorenz, Keep, Ludwig Loewe & Co. (Schlesinger) und Keßner mit bestimmten Bohrdrücken zur Prüfung von Gußeisen und andern Stoffen auf ihre Bearbeitungsfähigkeit ist bekannt und in der Literatur mehrfach behandelt worden. Zur Prüfung von Bohrern bis zu den größten gebräuchlichen Durchmessern sind erstmalig von Schlesinger Versuchsbohrtische benutzt werden, die bei bestehenden, in keiner Weise zu verändernden Bohrmaschinen an die Stelle des normalen Bohrtisches treten und zur Messung des senkrechten Bohrdruckes und der auftretenden Drehmomente dienen.

Die Kräfte werden gleichzeitig, aber voneinander getrennt ablesbar, mittels eingebauter Meßdosen oder eingeschliffener Kolben gemessen und an Manometern und Schaubildzeichnern abgelesen. Einen von Mohr & Federhaff mehrfach hergestellten Versuchsbohrtisch, Bauart Schlesinger, zeigt Abb. 20. Damit können Bohrer von 25 bis 100 mm Dmr. untersucht werden[1]).

Für schwächere Bohrer von 10 bis 50 mm Dmr. werden an Stelle der Meßdosen Druckzylinder mit eingeschliffenen Kolben verwandt; diese Bauart, Abb. 21, hat den Vorzug, daß sie einfacher, leichter versetzbar und billiger ist. Die in den beiden Druckzylindern zur Messung des Drehmomentes auftretenden Drücke werden an einem gemeinsamen Manometer abgelesen, wodurch sich die Zahl der erforderlichen Druckmesser auf zwei (einer für den Vorschubdruck, einer für das Drehmoment) verringert. Die Druckmesser *a*, Abb. 21, werden mit Rücksicht auf die Versetzbarkeit des Bohrtisches fest an ihm angebracht und mit Drahtschutzgitter zum Schutz vor Beschädigung abgedeckt. Die Schreibvorrichtung wird während der Beförderung abgenommen oder an einer gesondert aufgestellten Stütze angebracht, die neben dem Bohrtisch aufgestellt und nur im Bedarfsfall angeschlossen wird. Ein umklappbarer Bügel *b* dient zum Anhängen des Bohrtisches an das zur Beförderung dienende Hebezeug.

Abb. 20. Versuchsbohrtisch mit Meßdosen.

Die vom Versuchsfeld in der Berliner Technischen Hochschule dauernd fortgesetzten Versuche haben nun Ergebnisse gezeitigt, die betriebswissenschaftlich höchst bedeutungsvoll sind. Sowohl der Drehbankmeßschlitten als auch der Versuchsbohrtisch gestatten nämlich nicht nur die mit ihnen beabsichtigte Ermittlung der Werkzeugkennzeichen wie besten Anschliffs, höchster Lebensdauer und richtigster Härtung, sondern sie ermöglichen auch in kürzester Zeit die Aufstellung einer richtigen Bilanz der betreffenden Werkzeugmaschine. Nur was an der Werkzeugmaschine noch an Schnittkraft verfügbar ist, ist auch werkstattmäßig brauchbar. Der Vergleich dieser effektiven Leistung mit der des Elektromotors an der Riemenscheibe zeigt unmittelbar den W[...]kungsgrad des Maschinentriebwerkes unter Arbeitsdruck, [...] man bisher zuverlässig gar nicht feststellen konnte. Werkstä[...] die mit diesen Versuchsgeräten ausgerüstet sind, können [...] leicht eine Klassifizierung ihrer Drehbänke und Bohrmaschi[...] — demnächst wohl auch der übrigen Werkzeugmaschinen — [...]nehmen, die zur Kenntnis von Schnitt- und Vorschubgeschwin[...]keit nun noch die der wirklich gemessenen Schnittleistung f[...] Die Versetzbarkeit des Drehbank-Meßschlittens und des V[...]suchsbohrtisches auf alle Maschinen des Betriebes wird [...] Durcharbeitung auch großer Werkstätten nach diesen betriebs[...]senschaftlichen Gesichtspunkten ermöglichen. Die Einrichtun[...] werden damit auch ein wertvolles Hilfsmittel für die Arbeiten [...] Vorkalkulators.

Abb. 21. Versetzbarer Versuchsbohrtisch mit eingeschliffenem Kolb[...]

Pendelschlagwerke.

Pendelschlagwerke, Bauart Charpy, zur Ermittlung der K[...]zähigkeit von Konstruktionsstoffen für das Deutsche Reich ei[...]führen, wurde am 5. Oktober 1907 vom Deutschen Verband [...] die Materialprüfungen der Technik beschlossen; sie wurden [...] Auftrage des Verbandes von Fried. Krupp A.-G., Essen, [...] Mohr & Federhaff, Mannheim, in drei Größen von 250, 75 [...] 10 mkg Arbeitsinhalt ausgearbeitet und normalisiert. Seit [...] Zeit haben sich die Pendelschlagwerke stark verbreitet. [...]sprechend der günstigsten Bauart steht das kleine Schlagw[...] von 10 mkg an der Spitze, während sich die beiden größeren [...]folge ihres großen Raumbedarfes weniger eingeführt haben. [...] Beispiel sei angeführt, daß Mohr & Federhaff bisher 180 Pendelschlagwerke von 10 mkg, 80 von 75 mkg und 12 von 250 mkg Schlagarbeit gebaut haben. Außer den genannten Normen werden für besondere Zwecke auch noch andere Größen des Charpyschen Pendelschlagwerkes verwandt; so benutzt die keramische Industrie Pendelschlagwerke von 150 cmkg und 10 cmkg Arbeitsinhalt, die eine verkleinerte Ausführung des 10-mkg-Schlagwerks darstellen. Es hat sich aber ferner gezeigt, daß für die Prüfung von hochwertigen Konstruktionsstoffen, wie bestimmten Stahlsorten, die Schlagarbeit des kleinsten normierten Schlagwerkes von 10 mkg häufig nicht ausreicht. Große Prüflaboratorien haben ihre Pendel-

Abb. 22. Pendelschlagwerk von 25 mkg Arbeitsinhalt.

[1]) Vgl. Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens Heft 161: Über den Hinterschliff von Spiralbohrern, von Dr. Ing. Rich. Sommerfeld.

ılagwerke durch Verstärkung von 10 auf 20 mkg und mehr
ıöht und damit die Normierung durchbrochen.

Mohr & Federhaff haben aus diesem Grunde auf Wunsch
Besteller einen Zwischentyp von 25 mkg Schlagarbeit gebaut,
b. 22, der bereits in 20 Fällen in Verwendung ist. Um der
obeform in weiten Grenzen Spielraum zu gewähren, hat man
Höhe und die lichte Weite der Auflager verstellbar einge-
htet; die Stützweiten betragen dementsprechend 70, 80, 100,
mm, so daß neben den normalisierten Proben auch ungewöhn-
he Probeformen verwandt werden können. Die Fallhöhe kann
rch eine Klinke, die in das mehrfach gezahnte Sperrad am
mmerstiel einzulegen ist, verschieden eingestellt werden, ent-
echend der Abstufung des Arbeitsinhaltes von 5 zu 5 mkg.
Es wird die Aufgabe des Deutschen Verbandes für die Ma-
ialprüfung der Technik sein, Untersuchungen darüber anzu-
llen, ob die Einführung eines weiteren Normalschlagwerkes
n genannten Arbeitsinhalt erforderlich ist. Schlagzugvorrich-
ıgen für zylindrische Probestäbe werden heute fast für alle
ıdelschlagwerke gefordert und sollten daher ebenfalls verein-
tlicht werden.

Dauerprüfmaschinen.

Das Bedürfnis nach Untersuchungen der Widerstandsfähig-
t von Baustoffen gegen wiederholte und wechselnde
oßbeanspruchung hat zur Entwicklung von zahlreichen

. 23. Dauerschlagwerk für Biegeproben, Bauart Fried. Krupp A.-G.

Abb. 24. Dauerschlagwerk für Biege- und Zugproben.

Abb. 25. Universal-Kugeldruckpresse.

schinengattungen für die Ausführung von Dauerprüfungen ge-
rt[1]). Im Deutschen Reich hat sich besonders ein von Fried.
upp A.-G., Essen, entworfenes Dauerschlagwerk für Biege-
ben eingeführt, Abb. 23, das von Mohr & Federhaff bereits
zigmal ausgeführt worden ist. In dieser Prüfmaschine wer-
gedrehte Probestäbe von 15 mm Dmr., die auf zwei Lager-
len aufliegen, in der Mitte durch einen Fallbären einer wieder-
en Schlagbiegebeanspruchung ausgesetzt, wobei die gefähr-
Stelle auf 13 mm Dmr. eingekerbt ist. Eine Mitnehmervor-
tung dreht den Stab dabei nach jedem Schlag um einen be-
ımten Winkel. Der Schaltweg kann entweder auf ½ (Wech-
chlagprobe) oder auf $^1/_{25}$ (Dauerschlagprobe) Umdrehung ein-
tellt werden. Ein Zählwerk stellt die Schlagzahl fest. Der
wird durch den Daumen einer Kurvenscheibe bei jeder Um-
hung einmal um die Daumenhöhe gehoben und fällt alsdann
auf die Probe. Ein durch den Rückprall hervorgerufenes
hmaliges Aufschlagen des Bären nach jedem Schlag wird
ch die Formgebung der Kurvenscheibe verhindert. Die Nor-
schlagarbeit beträgt für jeden Schlag rund 12,55 cmkg, die
lagzahl etwa 85 in 1 min. Für geringere Schlagarbeiten kann
Einrichtung zur Veränderung der Fallhöhe sowie eine Ab-
ung des Bärgewichtes geliefert werden. Zum Antrieb des
ıerschlagwerkes dient ein unmittelbar gekuppelter Elektro-
or. Bezüglich der mit dem Dauerschlagwerk von Krupp
onnenen Werte wird auf die in der Fachliteratur erschienenen
öffentlichungen hingewiesen[2]).

Da in neuerer Zeit häufiger Prüfmaschinen für Dauer-
ılagzugproben gefordert werden, lag es nahe, bei der
breitung des Kruppschen Dauerschlagwerkes dieses mit einer
Schlagzugvorrichtung zu versehen, die sich an seine Bauart an-
gliedern läßt, ohne damit die grundlegenden Abmessungen für
Schlagbiegeversuche zu verändern. Die Ausführung dieser Ein-
richtung ist in Abb. 24 dargestellt[3]). An Stelle des Bären *a* für
Schlagbiegeversuche wird ein Führungsstück *b* eingesetzt, das
leicht ausgewechselt werden kann. Es hat in seinem untern Teil
Gewinde zur Aufnahme der Zugprobe *c*, die ähnlich wie bei
Schlagzugversuchen mit Pendelschlagwerken als zylindrischer
Körper mit Gewinde hergestellt wird. Das untere Ende der
Probe wird in den Bären *d* eingeschraubt. Die Daumenscheibe
hebt bei ihrer Umdrehung den Führungskörper, die Probe und
den Bär an und läßt diese frei fallen, wobei sich das Führungs-
stück mit seinem Bund *e* auf das Gehäuse *f* aufgesetzt. Die Fall-
arbeit des Bären *d* wird in diesem Augenblick auf die Zug-
probe *c* abgegeben. Zur Messung der Dehnung während des Dauer-
versuches ist ein verschiebbares Lineal *g* vorhanden, an dem der
Weg des Fallbären
mit $^1/_{10}$ mm Genauig-
keit abgelesen wer-
den kann. Die selbst-
tätige Stillegung des
Motors beim Eintritt
des Bruches der Probe
wird hierfür entspre-
chend abgeändert.

Kugeldruckpressen.

Eine der auf dem ganzen Festland weitest verbreiteten Prüf-
arten ist die Kugeldruckprobe nach Brinell zur Er-
mittlung der Härte von Konstruktionsstoffen. Auch für diese
Proben wurden vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen
der Technik im Jahre 1920 (Druckschrift Nr. 65 des Verbandes)
einheitliche Prüfungsbestimmungen veröffentlicht und empfohlen,
auf deren Grundlage gleichfalls vom Normenausschuß der Deut-
schen Industrie die D. I. Norm 113 ausgearbeitet wurde. Über
die sehr verschiedenartigen Bauarten von Kugeldruckpressen für
das Brinellverfahren finden sich zahlreiche Angaben in der Fach-
literatur. Zur Kraftmessung dienen in sehr verschiedener Weise
Meßdosen, Gewichtwagen, die Messung des Druckes im Zylinder
und andre Einrichtungen. Von Mohr & Federhaff werden außer
den schon früher veröffentlichten Bauarten[4]) neuerdings u. a.
die nachstehend beschriebenen Kugeldruckpressen gebaut.

Abb. 25 zeigt eine trag- und fahrbare Universal-Kugel-
druckpresse, deren Konstruktion dem Bedürfnis entsprun-
gen ist, die Presse mit Leichtigkeit an den zu prüfenden Körper
in der Werkstatt oder auf dem Materiallagerplatz heranführen zu
können, da die Prüfung von Schienen, Profileisen, Radreifen
und dergl. in ortfesten Pressen zu umständlich ist. Das bis-
herige Fehlen einer solchen Vorrichtung hat dazu geführt, daß
Kugelschlaghämmer der verschiedensten Bauarten entstanden
sind. Mit diesen werden bekanntlich dynamische Druckproben
im Gegensatz zu statischen Proben vorgenommen, während
von dem genannten Verband und der D. I. Norm 113 aus-
schließlich die statischen Proben empfohlen werden. Ob mit
Kugelschlaghämmern wissenschaftlich einwandfreie und für Ab-
nahmezwecke verwertbare Ergebnisse zu erzielen sind, muß ab-
gewartet werden. Zweifelhaft wird es immerhin bleiben, ob der
Ausschaltung des Einflusses der Unterlagen in der Praxis stets
gebührende Sorgfalt zugewendet werden wird. Bei der statischen

[1]) Rudeloff, Der heutige Stand der Dauerversuche mit Metallen, ıandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes 1916 Heft 7.

[2]) Vergl. u. a. E. Heyn, Versuche mit Kesselblechen, Mitteilungen Materialprüfungsamtes Berlin-Dahlem 1913; E. Preuß, Kerbwirkung bei rschlagbeanspruchung, Z. 1914 S. 701; Dauerbrüche an Konstruktions- len und Kruppsche Dauerschlagprobe, Kruppsche Monatshefte Juni 1920.

[3]) D.R.G.M. 819 580.

[4]) Z. 1909 S. 1584

Härteprobe nach dem Brinellverfahren scheidet dieser Einfluß zufolge der in sich geschlossenen Bauarten der verschiedenen Maschinen ohne weiteres aus.

Wenn in den Abhandlungen von Dr. v. Schwarz über Schlaghärteprüfer[1]) nach oben Gesagtem die Heranbringung der Brinellpresse an das Versuchstück nicht möglich ist, so ist dies durch die trag- und fahrbare Universal-Brinellpresse widerlegt. Die Presse ist bequem im Eisenlager zum Prüfen von Radreifen, Abb. 26, und dergl. zu verwenden. Da die Prüfkraft durch Flüssigkeitsdruck erzeugt wird, kann die Presse in jeder Lage benutzt werden. Die Ausladung des schmiedeeisernen Bügels beträgt in der Regel 70 mm, die größte Prüfhöhe 160 mm. Mittels einer Schraubenspindel und eines Handrades kann der obere Teil der Presse mit dem Druckflüssigkeitszylinder und dem Druckmesser soweit verschoben werden, daß die kleinste Prüfhöhe 80 mm beträgt. Für noch kleinere Prüfhöhen sind Unterlagstücke beigegeben. Die Schraubenverstellung zum Verändern der Prüfhöhen dient gleichzeitig zum Anklemmen der Presse an das Versuchstück.

Abb. 26. Universal-Kugeldruckpresse zum Prüfen von Radreifen.

Die neue ortfeste Bauart einer Kugeldruckpresse mit Laufgewichtwage ist in Abb. 27 dargestellt. Vor Beginn des Versuches wird die gewünschte Belastungsstufe mittels des Laufgewichtes eingestellt. Alsdann wird der Laufgewichtbalken in seine Höchstlage gebracht, wodurch sich der Kugelstempel um etwa 2 mm hebt. Die Probe wird auf das untere Auflager gelegt und mit Hilfe des Handrades an den Kugelstempel herangebracht. Wird dann der Laufgewichtbalken freigegeben, so drückt sich die Kugel unter der Einwirkung des Laufgewichtes mit der eingestellten Belastung in das Probestück ein. Eine Überlastung der Maschine ist bei dieser Ausführung ausgeschlossen. Der auf das Probestück ausgeübte Kugeldruck bleibt während der Versuchsdauer vollkommen unveränderlich. Die Maschine hat somit alle Vorzüge der Alpha-Presse und vor dieser noch den Vorteil voraus, daß die gewünschte Belastungsstufe bequem mittels des durch Spindel verschiebbaren Laufgewichtes eingestellt wird, also das Auf- und Absetzen von Belastungsgewichten fortfällt.

Federprüfmaschinen.

Federprüfmaschinen für schwere Blatt- und Schraubenfedern werden heute abweichend von den älteren Modellen[2]) hergestellt, die infolge des einseitigen Gußständers sehr groß Konstruktionsgewichte erforderten. Da sie nach dem Dezimalsystem gebaut waren, mußten zudem schwere, auswechselbar Belastungsgewichte zur Erreichung der verschiedenen Belastungsstufen gehandhabt werden. Abb. 28 zeigt eine neuere Bauart, be der der Gußständer durch blank gezogene Säulen ersetzt ist. Zu

Abb. 28. Federprüfmaschine für Blatt- und Spiralfedern.

Kraftmessung wird das Laufgewicht benutzt, das durch Ketten Kettenrad und Gewindespindel auf dem oberhalb der Tragsäulen liegenden Laufgewichtbalken eingestellt wird; ein Teil der Las kann durch angehängte Gewichtplatten ausgeglichen werden. Be der Prüfung von Plattfedern werden die Federenden in Rollenböcke eingespannt; durch zwei frei ausladende Flacheisenschiene ist dafür gesorgt, daß die Federn leicht und schnell ein- und ausgefahren werden können. Zylindrische und kegelige Schraubenfedern können ebenfalls in diesen Maschinen auf Druck un mittels besonderer Spannvorrichtung auch auf Zug geprüft werden. Die Federn lassen sich unter der Prüflast um einen Ausschlag bis 30 mm über oder unter die Ruhelage in Schwingung versetzen; der Laufgewichtsbalken muß zu diesem Zweck mi einem Handgriff auf- und abbewegt werden.

Verdrehungsmaschinen.

Verdrehungsmaschinen schwerer Ausführung, z. B von 500 000 cmkg, wie früher beschrieben[3]), haben wohl wege ihrer großen Kosten nur wenig Verbreitung gefunden; es ist an zunehmen, daß solche Maschinen auch nur für vereinzelte Untersuchungen erforderlich sind. Die meisten Verdrehungsprobe werden an Drähten vorgenommen, für die einfache Hand-Ve

[1]) Vergl. „Stahl u. Eisen" 1922 Nr. 15 S. 582.
[2]) Z. 1909 S. 1548.
[3]) Z. 1909 S. 1550.

Abb. 27. Brinellpresse mit Laufgewichtwage.

Abb. 29. Verdrehungsmaschine.

rehmaschinen genügen, womit lediglich die Verwindungszahl bis zum Bruch festgestellt wird. Daneben haben sich noch Maschinen mittlerer Größe eingeführt, z. B. für 3000 cmkg und 15 000 cmkg Drehmoment. Letztere Maschine, Abb. 29, wird in der Regel mit Riemen unter Zwischenschaltung eines Reibungsvorgeleges angetrieben, das eine feine Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit gestattet. Zur weiteren Abstufung der Geschwindigkeit ist ein Zahnräderpaar mit doppelter Übersetzung vorhanden. Auf einer Schneckenwelle sitzt ein Handrad, das beim Einspannen des Probestabes zum raschen Einstellen des auf der Schneckenradwelle sitzenden Spannkopfes dient. In den Spannköpfen können Rundstäbe von 10 bis 40 mm Dmr. und Vierkantstäbe bis zu 40 × 40 mm Querschnitt sowie unter Benutzung besonderer Spannzeuge auch Drei- und Sechskantstäbe geprüft werden. Rundstäbe werden mit zentrisch verstellbaren Beißkeilen eingespannt. Zur Befestigung von Vierkantprobestäben sind Einsatzstücke für die Spannköpfe vorhanden. Die größte freie Prüflänge beträgt 500 mm. Der Spannkopf auf der Wagenseite ist als Hebel ausgebildet und in einem Bock, der die Meßgeräte trägt, gelagert. Dieser Bock kann entsprechend der Probelänge auf dem Maschinenbett mittels Gewindespindel und Handkurbel verschoben werden. Die Längenänderung des Probekörpers während des Versuches wird dadurch berücksichtigt, daß sich die Schneiden des Wagenhebels, die rollenförmig ausgebildet sind, auf ihren Pfannen frei verschieben können. Der eine Arm des Hebels stützt sich nach oben gegen ein festes Widerlager ab; der andere gibt seine Kraft an ein Gehänge weiter, von wo aus die Kraft durch Vermittlung eines Zwischenhebels auf den Laufgewichtbalken übertragen wird. An der Teilung dieses Balkens, längs dessen das Laufgewicht mittels Gewindespindel verschoben wird, kann das erreichte Drehmoment unmittelbar in cmkg abgelesen werden. Durch Anwendung eines besonderen Laufgewichtes können kleine Drehmomente bis $^1/_{10}$ der Leistungsfähigkeit der Maschine mit zehnmal größerer Genauigkeit abgelesen werden. Zur Bestimmung des Verdrehungswinkels sind ein Umdrehungszähler und ein Gradmesser angebracht. Ein Schreibgerät zeichnet die Drehmomente und die Verdrehung des Probestabes während des Versuches selbsttätig auf. Eine Vorrichtung zum Nachprüfen der Genauigkeit der Wage mittels Gewichtbelastung wird der Maschine beigegeben.

Betonprüfmaschine.

Aus der zur Prüfung von Baustoffen dienenden Maschinengruppe sei hier eine Betonpresse von 500 t Druckkraft herausgegriffen, deren freie Prüfhöhe für Betonbalken bis 4 m berechnet ist. Das obere Querhaupt mit einer kugelig gelagerten Druckplatte von 620 × 620 mm² Fläche wird mittels Motors und Windwerks längs der als Spindeln ausgebildeten Zugsäulen fortbewegt. Für die erforderliche Feineinstellung ist ein Handantrieb vorhanden, der mittels Kettenrades und Handkette vom Fußboden aus betätigt wird. Eine ebenfalls durch Schalthebel und Handkette bewegte Kupplung rückt die Handantriebvorrichtung ein bezw. aus. Zur Verhinderung von Unfällen bei unbeabsichtigtem Einschalten des Handantriebes, solange der Motor läuft, ist die Nabe des Handkettenrades mit einer Kontaktvorrichtung verbunden, die den Motor stillstellt, wenn der Handantrieb eingerückt wird; der Motor kann also auch bei eingeschaltetem Handantrieb nicht angelassen werden. Zur Krafterzeugung dient Druckflüssigkeit mit einer Hand- oder Maschinenpumpe; da es sich in der Regel nur um geringe Hübe handelt, so ist in den meisten Fällen die Handpumpe genügend. Zur Erleichterung beim Einfahren schwerer Betonproben wird die Maschine bis zur unteren Druckplatte in das Fundament versenkt; die Druckplatte läuft mittels Rollen auf zwei Schienen, die bis in das untere Querhaupt der Maschine hereingeführt sind. Die Prüflast wird in bekannter Weise durch Messung des Druckes im Druckzylinder bestimmt; zur Eichung dienen Kontrollzylinder mit 4 Spiegelapparaten, deren Spiegel jeweils unter 90° zueinander versetzt sind. Die Druckmesser bestehen aus je einem Gebrauchs- und einem Kontrollmanometer für 500 t und 100 t Druckkraft und sind an einer gemeinsamen Druckmessersäule befestigt. Der Kolbenhub beträgt 100 mm, die lichte Weite zwischen den Zugsäulen 920 mm; die fahrbare untere Druckplatte hat 650 × 940 mm² Fläche und besteht, wie die obere Druckplatte aus plangeschliffenem Kokillenguß.

Abnutzungsprüfmaschine.

In jüngster Zeit ist vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik auf Anregung des Eisenbahn-Zentralamtes Berlin ein neuer Ausschuß zur Untersuchung der Verschleißfestigkeit, insbesondere von Eisenbahnmaterial, gebildet worden. Zur Durchführung dieser Untersuchungen sollen mehrere Abnutzungsprüfmaschinen verwendet werden, die nach verschiedenen Grundsätzen gebaut sind. Eine von Mohr & Federhaff ausgeführte Abnutzungsprüfmaschine (D. R. P. a.) für 500 kg Druckbelastung, die gleichfalls bei den Arbeiten des genannten Ausschusses benutzt wird, ist in Abb. 30 dargestellt.

Das Wesen der Maschine besteht darin, daß eine aus dem zu untersuchenden Gegenstand herausgeschnittene Probescheibe auf einer Prüfscheibe aus gehärtetem Stahl abrollt. Gleiche Prüfungsbedingungen vorausgesetzt, lassen sich die in dieser Vorrichtung gewonnenen Versuchsergebnisse ohne weiteres miteinander vergleichen. Um auch der bei rollendem Eisenbahnmaterial im praktischen Betrieb auftretenden Schlüpfung gerecht zu werden, kann die Umfangsgeschwindigkeit der beiden Versuchscheiben durch Veränderung der Scheibendurchmesser so geregelt werden, daß zwischen den Scheiben der gewünschte Schlupf entsteht. Vermittels einer Feststellvorrichtung an der einen Scheibe kann auch der Verschleiß bei gleitender Reibung untersucht werden. Gemessen wird die Gewichtabnahme der zu prüfenden Scheibe, abhängig von der Belastung und der Zahl der Umdrehungen.

Die Belastung kann den Zwecken der vorzunehmenden Untersuchung entsprechend zwischen 10 und 500 kg gewählt werden. Bei der Ausgestaltung der Belastungseinrichtung ist besonders Wert darauf gelegt worden, alle das Ergebnis beeinflussenden Schwingungen und Erzitterungen, wie sie bei Gewichthebel- oder Federbelastung auftreten können, zu vermeiden. Die Belastung zwischen den Scheiben wird daher durch Druckflüssigkeit erzeugt, deren Druck durch Gewichtwirkung geregelt wird. Der Preßkolben *a*, Abb. 30, drückt mittels der Stelze *b* die Druckscheibe *c* gegen die Probe *d*. Der Flüssigkeitsraum des Zylinders *e* steht in Verbindung mit dem Flüssigkeitsraum eines zweiten Zylinders *f*, dessen Kolben *g* die angehängten Scheibengewichte *h* trägt; letztere können in bestimmter Weise abgestuft werden, wodurch sich ohne weiteres der Höchstdruck ergibt, der im Druckzylinder *e* erzeugt wird und auf den Probekörper wirkt. Die Einrichtung arbeitet daher nach den Grundsätzen eines Gewichtakkumulators. Um das infolge von Undichtigkeiten auftretende Absinken der Belastungsgewichte *h*, das durch eine elektrische Klingel angezeigt wird, wieder auszugleichen, wird eine einfache Zahnstangenwinde eingerückt, die mittelst Handkurbel *i* betätigt wird. Während des Hochwindens wird durch Öffnen eines Ventils der Flüssigkeitsraum aus einem Behälter nachgefüllt und alsdann der Trieb *k* aus der mit dem Kolben verbundenen Zahnstange wieder ausgerückt. Der Versuch braucht während der Vornahme dieser Arbeiten nicht unterbrochen zu werden.

Abb. 30. Abnutzungsprüfmaschine zur Ermittlung der Verschleißfestigkeit.

Zum Antrieb der gehärteten Stahlscheibe und der Versuchscheibe werden Zahnradgetriebe verwandt, die unmittelbar mit einem Antriebmotor gekuppelt sind. Durch Wechselräder und Regelanlasser können dabei die Umlaufzahlen der Probescheiben so eingestellt werden, daß sie derjenigen eines Eisenbahnrades von 1 m Dmr. bei etwa 20 bis 80 km/h Geschwindigkeit entsprechen.

Abb. 31. Gußstabbiegemaschine mit Meßdose.

Abb. 32. Handbiegemaschine.

Das Anzeigemanometer, das mit dem Flüssigkeitsraum des Druckzylinders *e* in Verbindung steht, ist in Grade eingeteilt. Die Belastungstabelle des Druckmessers wird dadurch bestimmt, daß ein Gewichthebel von bekanntem Lastmoment auf die Welle der Versuchscheibe *c* drückt und die durch Gewichtveränderung hervorgerufenen Druckmesseranzeigen mit den durch die Druckflüssigkeitsbelastung erzeugten Anzeigen verglichen werden. Die Zahl der von der Probescheibe geleisteten Umdrehungen wird an einem seitlich vom Druckmesser angebrachten Umdrehungszähler abgelesen.

Die Versuchscheiben werden bei allen Scheibendurchmessern von 40 mm aufwärts doppelseitig gelagert, damit die Belastung über die ganze Berührungslinie gleichmäßig ist. Die Versuche können trocken oder unter Flüssigkeitzulauf ausgeführt werden.

Die quer zur Belastung der Scheiben auftretende Reibungskraft wird von einem Reibungsmesser angezeigt, der nach Art eines Torsionsdynamometers in die obere Antriebwelle eingebaut ist. Auch beim Reibungsmesser wird jede Beeinflussung der Probescheiben durch schwingende Massen, z. B. durch Gewichtpendel, vermieden. Der Reibungsmesser kann mit einem Schaubildzeichner verbunden werden, der die während des Versuchsverlaufs wohl infolge von Kalthärtung sich ändernden Reibungsverhältnisse dauernd aufschreibt. Der Reibungsmesser wird mit dem gleichen Kontrollhebel geeicht, der zur Prüfung des Anzeigemanometers dient.

Biegemaschinen.

Abschließend seien noch einige gebräuchliche Biegemaschinen neuerer Bauart angeführt. Abb. 31 zeigt eine G u ß s t a b b i e g e m a s c h i n e mit selbsttätiger Belastungsanzeige durch Meßd Sie hat 3 t Druckkraft und entspricht den für die Prüf von Gußeisenstäben vorgeschriebenen Abmessungen. Die K wird mittels einer Handkurbel ausgeübt; zur Lastanzeige s ein Gebrauchs- und ein Kontrollmanometer vorhanden. Die Dru messer sind elastisch aufgehängt, damit Beschädigungen durch beim Bruch der Proben auftretenden Stöße vermieden werd An den Auflagerböcken sind drehbare Fangvorrichtungen gebracht, die das Ausspringen der gebrochenen Probesche verhindern. Für die gleichen Zwe wird eine Biegemaschine mit Lauf wichtwage gebaut, die im Gegensatz vorstehenden als Tischmaschine aus bildet ist.

Eine einfache Vorrichtung zur V nahme der H i n - u n d H e r b i e g p r o b e an Drähten und Blechen st die H a n d b i e g e m a s c h i n e n Abb. 32 dar. Diese wird in einen belie gen Schraubstock eingespannt und ka zum Biegen von Drähten bis zu 8 Dmr. und Blechen bis zu 70 mm Br benutzt werden. Zur Ausübung eines nügend kräftigen und gleichmäßi Druckes hat die Maschine zwei nebene anderstehende Handhebel.

F l a c h e i s e n b i e g e m a s c h i n werden, da für die Biegeproben zum geringe Abmessungen gewählt wer können, in der Regel mit der Hand an trieben. Sollen die Proben jedoch au gefaltet werden, so ist hierzu schon e erheblich größere Kraftleistung erford lich. Für solche Fälle empfiehlt sich Verwendung von Maschinen mit Riem oder Druckflüssigkeitsantrieb. Maschin mit Druckflüssigkeitsantrieb, Abb. haben zugleich den Vorteil gegenü andern Flacheisenbiegemaschinen, daß zum Biegen und Falten der Proben forderliche Kraft auf einfache Weise m tels des am Druckflüssigkeitszylinder gebrachten Druckmessers bestimmt w den kann. Zur Vornahme der Faltv

Abb. 33. Biege- und Faltmaschine mit Druckflüssigkeitsantrieb.

suche wird der vorgebogene Probekörper nach vollständigem sammenfahren der Walzen quer zum Druckstempel so eingese daß der eine Schenkel an einer Druckplatte anliegt, während Druckstempel auf das freie Schenkelende die Belastung ausüb [159

Ingenieurfortbildung[1]).

Von Dr.-Ing. O. Lasche, Berlin.

D ie deutsche Industrie verdankte die überragende Stellung, die sie vor dem Krieg in der Welt erlangt hatte, neben der Tatkraft ihres Unternehmertums vor allem der gründlichen fachlichen Durchbildung ihrer Beamtenschaft. ›esondere die leitenden technischen Persönlichkeiten verfügten r ein hohes Maß allgemein technischen Wissens und geener Fachkenntnis auf ihrem technischen Sondergebiet.

Die heutige Notlage unsres armen, schwer geprüften Vateres birgt die ernste Gefahr in sich, daß wir dieses Grunders unsres industriellen Schaffens beraubt werden und uns it die Möglichkeit genommen wird, für die Wiedererstarkung es geliebten Vaterlandes unsern Teil zu leisten. Zunächst ıal drohen die Quellen zu versiegen, aus denen unser Nachhs und unsre schaffenden Ingenieure bisher ihr Wissen zu ›pfen vermochten. Allgemein bekannt ist die Not unsrer nisch-wissenschaftlichen Forschungsstätten sowie unsrer hpresse.

Auf der andern Seite ist der heranwachsende Nachwuchs wirtschaftlichen Gründen heute nicht mehr imstande, sich Studium mit voller Kraft zu widmen. Die Studierenden sen schon während der Studienzeit, vielfach sogar hauptıflich, dem Broterwerb nachgehen, um die Mittel für das lium aufzubringen. In gleicher Weise wie für die Studielen wird natürlich auch für unsre in der Praxis stehenden enieure und Chemiker die „Möglichkeit der Fortbildung" dig erschwert. Für den Ingenieur, der sich die Fortschritte, auf seinem Fachgebiet und auf den angrenzenden Gebieten In- und Ausland gemacht werden, nicht anzueignen vermag, den Ingenieur, der nicht mitschreitet mit der Entwicklung der ınik, bedeutet Rasten Rosten, bedeutet Stillstand Rückgang.

Das Reich, die Länder, die Städte können infolge ihrer ıen Not kaum helfend eingreifen, wenn auch mit Genugtuung estellt werden kann, daß vor allem das Reich im Rahmen Möglichen bemüht ist, Geldmittel für wissenschaftliche Zwecke Verfügung zu stellen. Alle diese Mittel sind aber zu gering-, um wirklich durchgreifend zu helfen; wir müssen alle zunenstehen, müssen unsre ganze Kraft zusammenreißen, um drohenden Gefahren zu bannen. Soweit es sich dabei um die ınik, um den technischen Nachwuchs, um unsre in der Praxis enden Ingenieure handelt, muß unsre gesamte Instrie, unser gesamter Handel dem Beispiel folgen, heute nur von einigen wenigen, und zwar immer wieder von gleichen Firmen gegeben wird; die gesamte Industrie muß ch zur Aufgabe machen, in dieser Frage kräftig und führend ugreifen.

Für unsre heranwachsenden Ingenieure wird seitens einer Firmen der Industrie bereits manches geleistet; so erinnere nur an die Bestrebungen, den Werkstudenten während der en durch Aufnahme in unsern Werken neben dem Broterwerb genheit zur Vertiefung ihres Wissens, zur Erweiterung ihres tischen Blicks zu geben[2]). Die Arbeit, die hier geleistet l, wird der Industrie rückwirkend zugute kommen, aber erst Jahren, ja nach Jahrzehnten. Darum ist es heute zugleich unsre Pflicht, der Frage der „Fortbildung unsrer erfahrenen schaffenden Ingenieure sowie Chemiker" größte Aufmerkkeit zuzuwenden, eine Arbeit, die von der Gesamtheit aufımmen werden muß, nicht wieder nur von einigen wenigen, ie ja der Gesamtheit Nutzen bringen soll.

Manches wurde in dieser und ähnlicher Hinsicht seit einiger bereits mit Erfolg in die Wege geleitet. So verwendet das hsverkehrsministerium besondere Sorgfalt auf die Durchıng und Weiterbildung seiner Beamtenschaft. Außerordent-beachtenswert sind die Bestrebungen der seit kurzem ins n gerufenen Außeninstitute unsrer Technischen Hochschulen.

Die vor Jahresfrist ins Leben getretene deutsche Technischsenschaftliche Lehrmittelzentrale (TWL), deren Aufgabe es ist, die technischen Lehrmittel auf eine hohe, dem heutigen de der Technik entsprechende Stufe zu bringen, hat das teche Vortragswesen in Deutschland und seinen Wirkungsgrad ts wesentlich veredelt und für ihre Tätigkeit weitgehende Annung gefunden.

Im Anschluß an die bestehenden technisch-wissenschaftn Vereine, die seit jeher Einzelvorträge für ihre Mitglieder nstalten, haben sich an verschiedenen Orten besondere Orsationen für das Technisch-Wissenschaftliche Vortragswesen V) gebildet. Diese haben einmal die Aufgabe, die angessenen Verbände bei der Durchführung ihrer Vortragsde zu unterstützen; sie stehen aber auch vor der Aufgabe, h Veranstaltung von Kursen unter den in der Praxis stehen-Ingenieuren die Ergebnisse der technisch-wissenschaftlichen chung zu verbreiten. Neuerdings ist von den verschiedenen hen Vereinigungen das Deutsche Technisch-Wissenschaft-Vortragswesen (DTWV) als Arbeitsgemeinschaft geschaffen len, um den Austausch der örtlich gemachten Erfahrungen zu sichern und die Wege zu bereiten, um mit dem an einer Stelle geschaffenen wertvollen Material an anderen Orten zu wuchern.

Nur an einzelnen Stellen konnte bisher auf diese Weise, begünstigt durch örtliche Verhältnisse, das Ingenieurfortbildungswesen auf eine, wenigstens einigermaßen gefestigte Grundlage gestellt werden. Für Berlin, das mit seiner großen und weit verzweigten Industrie in besonders hohem Maß auf die Schaffung eines wirksamen Ingenieurfortbildungswesens angewiesen wäre, ließ sich dieses Ziel in der kurzen Zeit des Bestehens des „Technisch-Wissenschaftlichen Vortragswesens (TWV-)Berlin" noch nicht erreichen.

Wenn nunmehr auch in Berlin ein kraftvolles Fortbildungswesen für Ingenieure und Chemiker geschaffen werden soll, so dürfen wir uns nicht begnügen, nur das Gleiche zu leisten, was an andern Orten bereits besteht. Wir müssen vielmehr bestrebt sein, Besseres, Überragendes zu bieten, was wiederum als Vorbild für andre Orte dienen kann.

In diesem Sinne wurden in Berlin in diesem Winter bereits gewisse Fortschritte angebahnt. So ist es dem Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes gelungen, anschließend an die seit einigen Semestern vom Berliner Bezirksverein deutscher Ingenieure und vom TWV-Berlin selbst geleisteten Vorarbeiten für verschiedene Stufen der Vorbildung 7 Kurse über „Mathematik und Mechanik" ins Leben zu rufen, in denen in fördernder Gegenwirkung von Wissenschaft und Industrie auch bereits einzelne wichtige industrielle Anwendungsgebiete (ich nenne Thermodynamik und Schwingungslehre) behandelt werden. Daß gerade diesem Gebiet besondre Aufmerksamkeit zugewandt wurde, geschah aus der Erkenntnis heraus, daß es unter den in der Industrie tätigen Ingenieuren, insbesondere unter den jüngeren Ingenieuren, bisher nur wenige gibt, die mit der mathematischen Behandlung der auftretenden Aufgaben wirklich vertraut sind, so daß die Industrie vielfach gezwungen ist, Mathematiker und Physiker einzustellen, die an Universitäten ausgebildet sind und so der angewandten Technik fernstehen. Ein jeder, der in dieser Hinsicht Erfahrungen zu sammeln Gelegenheit hatte, weiß, mit welchem Zeitaufwand es verknüpft ist, solche der Technik fremde, wenn auch äußerst fähige Mitarbeiter mit der Behandlung technischer Fragen industriell, d. h. wirklich nutzbringend zu beschäftigen. Die in diesem Winter durchgeführten Kurse stellen, gemessen an den Anforderungen der Industrie, immer noch in gewissem Sinne Vorstufen dar, die dazu dienen, das mathematische Wissen zu vertiefen und zu befestigen, das die teilnehmenden Ingenieure während ihres früheren Studiums an den technischen Schulen erworben haben. In unsern Kursen des kommenden Winters wird es bereits möglich sein, auch an das gewünschte Endziel heranzukommen, nämlich, daß die lernenden Ingenieure, als die „mit der Materie vertrauten" Sachverständigen, dem Lehrer, d. h. „dem mathematischen" Sachverständigen, die Aufgaben stellen, die dann in gemeinsamer Aussprache behandelt werden. Das grausame — empirische — Ergebnis dieser Fragen ist uns oft genug durch eingetretene Mißerfolge bekannt; dann gilt es, mit dem physikalischen und mathematischen Rüstzeug nachzurechnen und Klärung anzustreben.

Geldmittel für die Kurse dieses Winters wurden in bescheidenstem Ausmaß von uns durch besondere Sammlung aufgebracht. Der rege Besuch der Kurse zeigt, daß die Berliner Ingenieurschaft die Mängel auf diesem Gebiet außerordentlich stark empfand und die Gelegenheit, ihr Wissen aufzufrischen und zu bereichern, dankbar begrüßt. Die Kurse werfen gleichzeitig ein grelles Licht auf das, was geschehen müßte und dank der Bereitwilligkeit unsrer Lehrenden auch geschehen könnte, wenn genügend Geldmittel zur Verfügung stünden. Den helfenden Wissenschaftlern kann heute nur eine bescheidene Anerkennungsgebühr gewährt werden, die kaum dem Zeitaufwand für den Vortrag selbst entspricht, während der Aufwand an Zeit und Mühe für die in so hohem Maß erforderliche Vorbereitungsarbeit nicht gelohnt wird.

Des weiteren werden unter äußerst starker Beteiligung die Kurse über Fragen der Elektrotechnik, die seit Jahren vom Berliner Elektrotechnischen Verein abgehalten werden, neuerdings in erweiterter Form, und zwar in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule Charlottenburg und in Anlehnung an unser TWV-Berlin veranstaltet.

Dem außerordentlich rührigen und zielbewußten Vorgehen des Vereines deutscher Ingenieure in der Richtung der weiteren Durchbildung unsrer Betriebsingenieure ist es gelungen, unter der Flagge der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure eine Anzahl führender technischer Persönlichkeiten unsrer Industrie und Wissenschaft zusammenzuführen, die jeweils viele hundert tätige Ingenieure von Groß-Berlin über die Fortschritte auf ihrem Arbeitsgebiet belehren. Im Anschluß an die in Berlin abgehaltenen Kurse sollen bereits im nächsten Semester auch an andern Orten ähnliche Vortragsreihen veranstaltet werden.

Einem Aufruf der Deutschen Gesellschaft für Metallkunde und des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der

---

[1]) Ansprache bei Gelegenheit der 102. Hauptversammlung des Vereines Beförderung des Gewerbefleißes in Berlin am 22. Januar 1923.

[2]) Vergl. den Anhang zu diesem Aufsatz „Unsere Werkstudenten".

Technik folgend, haben sich namhafte Wissenschaftler und Praktiker bereit erklärt, in diesem Winter in Form einer losen Arbeitsgemeinschaft eine innigere Fühlungnahme zwischen Forschung und Betrieb, zwischen abstrakter Wissenschaft der metallurgischen Richtung und den Konstrukteuren herzustellen und zu einem Vortragskurs auf dem bisher so schwer vernachlässigten, in der heutigen Zeit aber so überaus wichtigen Gebiet der Materialprüfung und Materialkunde zusammenzutreten. Die Hörerkarten waren längst vor Beginn des Kurses ausverkauft. Für das nächste Semester, insbesondere für das Wintersemester 1923, ist bereits eine Reihe von Kursen für die verschiedenen Interessensphären unsrer Industrien in dieser Richtung in Aussicht genommen.

An einigen Beispielen von technischer Pionierarbeit aus uns allen nahestehenden Fachgebieten, an Fragen, deren Erforschung in den letzten Jahren eingeleitet, aber noch längst nicht abgeschlossen wurde, möchte ich Ihnen zeigen, in wie mannigfacher Richtung unser Ingenieurfortbildungswesen helfen muß, Spitzenleistungen zu erzielen.

Die infolge der Forderungen unsrer Feinde völlig unzureichend gewordene Versorgung Deutschlands mit Steinkohle und Koks macht es zur zwingenden Notwendigkeit, diese Brennstoffe besser auszunutzen, also den Kohlenverbrauch unsrer Feuerungsanlagen und den Kraftverbrauch unsrer Maschinen soweit als irgend möglich herabzusetzen. In diesem Sinn erwähne ich die erfolgreichen Bestrebungen zur Verwendung stark überhitzten und hochgespannten Dampfes, weitestgehende Verwendung des Abdampfes, die Heraufsetzung der Maschineneinheitsleistungen bis zu der größten Maschineneinheit der ganzen Welt, den vier 50 000 kW-Turbodynamos des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes, sowie den hiermit im Zusammenhang stehenden Bau von Fernkraftwerken. Der Ersatz der Kolbendampflokomotive durch die Turbolokomotive bedeutet eine Frage, die in wirtschaftlicher Voraussicht überaus schwierig ist, während die technischen Schwierigkeiten zu überwinden sind.

Des weiteren müssen wir weit mehr als bisher auf unsre reichen Braunkohlenvorräte zurückgreifen, diese aber auf das sorgsamste verwenden. In diesem Zusammenhang lenke ich Ihre Aufmerksamkeit auf die großen deutschen Braunkohlenkraftwerke. Ganz besondere Bedeutung für unser Vaterland haben vor allem auch die neuerdings eingeleiteten Arbeiten, um durch besondere Verfahren aus der Braunkohle höchstwertige Nebenerzeugnisse zu gewinnen, d. h. diesen wichtigsten Teil des uns gebliebenen Volksvermögens auf eine höchste Stufe der Ausbeute zu bringen.

Ich nenne hier als eine Aufgabe, zu deren Lösung die Chemie und der Maschinenbau, die Wärmetechnik und der Apparatebau Höchstleistungen aufzubringen haben, die Bestrebungen, unsre Kraftwagenmotoren mit Gasöl oder Paraffinöl, unsre Dieselmaschinen mit Urteer zu betreiben, sowie die Frage der Diesellokomotive.

Der Wunsch, den Materialverbrauch und insbesondere den Bezug ausländischer Metalle einzuschränken, weist gebieterisch auf das weite Gebiet der Materialienkunde und der Materialprüfung hin. Diese Prüfungen müssen unbedingt den Bedürfnissen der herstellenden und verarbeitenden Industriezweige Rechnung tragen, die Werkstoffe müssen auch so geprüft werden, wie sie in der Praxis beansprucht sind. Scharfes Erkennen der erzielten und der im Betrieb erforderlichen Materialeigenschaften führt auf dornenvollem Pfad zu gesunder Normung.

An weiteren Tagesfragen nenne ich die Schwingungsfragen, die, wie der rege Besuch der entsprechenden Vorlesungen in den Kursen über „Mathematik und Mechanik" zeigt, heute in allen unsern technisch-wissenschaftlich eingestellten Kreisen größte Beachtung finden.

Ein überaus weites Gebiet der Technik umfaßt auch das gesamte große Lagerproblem, das die Arbeitsgebiete des gesamten allgemeinen Maschinenbaues, des Metallfachmannes, des Konstrukteurs, des Chemikers, Physikers und Mathematikers sowie die Tätigkeit des auf dem Gebiet der technischen Mechanik arbeitenden Spezialisten berührt. Alle Fachleute müssen hier eng miteinander Fühlung nehmen; es ist unmöglich, voranzukommen, wenn jeder nur in seiner eigenen Richtung denkt.

Die gleichen Fachzweige kommen z. B. auch für die Behandlung der Frage der Korrosionserscheinungen, etwa der Korrosionserscheinungen an Kondensatorrohren in Betracht, deren richtige Erkenntnis vor allem vom betriebstechnischen und wirtschaftlichen Standpunkt aus nunmehr endlich dringend erwünscht ist.

Diese mannigfachen Aufgaben haben das eine gemeinsam: sie stellen für die Technik und Industrie nicht etwa nur ein Feld der Betätigung dar, ihre Lösung ist vielmehr für uns Notwendigkeit, bittere Not; auch stehen uns hierfür nicht etwa beliebig viel Jahre zur Verfügung, denn wir leben im schärfsten Wettbewerb mit dem Ausland, wo sehr zielbewußt und fleißig geschafft wird. Entweder sind wir fähig, den Kampf mit dem Ausland wieder aufzunehmen oder eben nicht; nach Jahren ist die Grundlage für einen Vergleich bereits wieder eine andre, sicherlich aber für uns nicht günstigere.

Leider sind wir in unsern Bemühungen durch die Lücken, die der Krieg in unsre Reihe gerissen hat, auf das schwerste behindert. Es fehlt uns eine ganze Generation geistiger Mitarbe eine breite Schicht schaffensfreudigen, fähigen Nachwuchses besten Mannesalter. Diese Lücke wird durch die Gleichgü keit weiter Kreise, durch die traurige Lage unsrer zerschlag Wirtschaft noch weit schmerzlicher fühlbar.

So gibt es denn auf allen Gebieten unsrer Industrie z unendlich viel Anregungen und Aufgaben, die eingehend ü prüft und durchgearbeitet werden müssen; dagegen gibt es le nie genug Persönlichkeiten, die wirklich und mit Erfolg fördern vermögen. Auf die Durchführung, auf das Fertigma kommt es aber an; denn gerade das letzte Prozent bedeutet lust oder Sieg. Um solchen Sieg zu ereichen, kann es gar n genug geschulte und fähige Mitarbeiter geben. Zähe Arb kraft, durch Erfahrung und Studium gestähltes Urteil sind Vorbedingungen für den Erfolg.

Solche fertigen und wirklich erfahrenen Ingenieure schaffen — das muß an dieser Stelle ausgesprochen, und da muß gehandelt werden —, kann trotz Hochschulreform, t fähigster und anerkannt hervorragender Lehrer und ernste Arbeit nicht das Ziel, nicht die Aufgabe der wenigen Jahre un Hochschulstudiums sein. Unsre technisch-wissenschaftliche bildung kann und darf nicht mit der Vollendung des Hochsc studiums, mit dem 23sten Lebensjahr abgeschlossen sein; d die stete Wechselwirkung zwischen eigenem Schaffen und Lernen von Dritten müssen wir ständig unser Wissen auffrisc erweitern und vertiefen. Das Fördern des Einzelnen kann darf auch unmöglich nur dem jeweiligen unmittelbaren Vo setzten überlassen bleiben: denn einmal sind unsre leitenden genieure keine Pädagogen, sie sind auch keine Ordnungsapo anderseits soll es gelegentlich auch vorkommen, daß sie Fortschritt und Aufstieg ihrer Mitarbeiter kein hinreiche Interesse entgegenbringen. Wir alle müssen vielmehr in di Frage zusammenstehen, zusammenarbeiten, dürfen nicht in nur auf die Arbeit der andern warten und hoffen. Unser Pflicht ist es, mit gutem ehrlichem Willen alles Erdenkliche zubieten, um unsern schaffenden Ingenieuren die ihnen fehle Kenntnisse hinsichtlich der neuesten Ergebnisse der wissensc lichen Forschung sowie die übersichtliche Klarheit über u weit verzweigtes Wissen zu übermitteln.

An allen Ecken Deutschlands rühren sich, wie wir tä sehen, die Kräfte, gerufen durch die bittere Not unseres V landes. Viele sind bereit, ihr Bestes und Letztes herzugeben der Gesamtheit zu helfen. Vieles ist angebahnt, aber weit noch muß geschehen: der gute Wille muß zur rettenden reifen. Dabei ist es unbedingt notwendig, daß zur Unterstüt der ehrenamtlich Tätigen, nicht etwa an ihre Stelle, Mä treten, die beruflich in gleicher Richtung angesetzt werden. Gesamtheit darf nicht zulassen, daß, während die breite M mit achtstündiger Anwesenheit an der Arbeitstätte oder allen mit achtstündiger Arbeitzeit zufrieden ist, unsre besten und geistigen Mitarbeit fähigsten Männer auf die Dauer täglich als ein Dutzend Stunden geistig schaffen und — ich erwähnte vorher schon — für ihre ernste schwere Geistesarbeit kein gelt oder doch kein entsprechendes Entgelt erhalten; diese Mä haben ebenfalls ihre Familie, und sie haben auch nur ei gesunde Nerven.

Die Durchführung eines kraftvollen Fortbildungswesen unsre schaffenden Ingenieure und Chemiker kann nur von straffen Organisation geleistet werden. Die große Zahl von vorragenden Lehrern unsrer technischen Schulen und von e Persönlichkeiten unsrer Industrie, die sich im Verein zur Bef rung des Gewerbefleißes zusammengeschlossen haben, hat erk daß rasches, zielbewußtes Handeln nottut, um die große Gefa bannen, von der unsre technische Wissenschaft und Ind bedroht ist. Der Verein will deshalb die gekennzeichnete gabe auf sich nehmen und hat den starken Willen, sie zum g lichen Ende zu führen. Wenn irgend eine der bestehenden Or sationen, so ist der Verein, der die „Beförderung des Ge fleißes" als Zweck in seinem Namensschild trägt, dazu gee er ist seit über hundert Jahren mit der Entwicklung der schen Industrie, vor allem der Berliner Industrie, eng verk Der Verein will die Beziehungen, die er auf Grund seine herigen Entwicklung zur technischen Wissenschaft und Indu zu den technischen und wissenschaftlichen Gesellschaften Vereinen, zu Staat und Stadt unterhält, sowie die in seinen gliedern ruhenden Kräfte für den „Aufbau des Ingenieu bildungswesens Groß-Berlin" nutzbar machen. Er hofft auf die Mitarbeit der Reichs- und Landesbehörden sowi Behörden der Stadt Berlin, vor allem aber auf weitgehende U stützung seitens der gesamten Berliner Industrie, d. h. auc mittleren und kleinen Betriebe, der ja die bessere Durchbi unserer Ingenieure und die Anregung zu frohem Schaffe erster Reihe zugute kommt.

Vielleicht wird es vorerst nicht möglich sein, an an Orten gleich wertvolle Kurse und Kurse in gleicher Zahl z anstalten, wie wir sie planen. Hierdurch dürfen wir uns in keiner Weise hemmen lassen, das zu tun, was wir für Berliner Industrie, für unsre Berliner Ingenieure und Che als das Beste erkannt haben. Das hier Geleistete auf ander zu übertragen und somit für die Gesamtheit nutzbar zu m ist Aufgabe der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelze

Zunächst ist es erforderlich, daß alle beteiligten Kreise, dies d in erster Reihe wieder die einzelnen Werke des Berliner ndels und der Berliner Industrie, uns hinreichende Geldmittel Verfügung stellen. Jede, auch die kleinste Firma, sollte die wendigkeit dieser Bestrebungen anerkennen und entsprechende räge von vornherein in ihre Kalkulationen einbeziehen. Der rstand des Gewerbfleißvereines, der sich in diesen Tagen mit em entsprechenden Aufruf an die Öffentlichkeit wendet, errtet zuversichtlich, daß ein jeder nach Maßgabe seiner Kräfte ldmittel beisteuern wird, damit die Arbeiten in dem geplanten hmen aufgenommen und zum guten Erfolg geführt werden nnen. Natürlich kann es sich in der heutigen Zeit nicht darum ndeln, Geldmittel auf lange Sicht hinaus zu sammeln. Wir llen vielmehr zunächst nur die Mittel zur Durchführung der rse in den nächsten Jahren oder in diesem Jahr aufbringen l mit diesen Geldern nach Kräften wuchern. Wenn wir iter über die geleistete Arbeit berichten und erneut die Bitte Hergabe von Geldmitteln aussprechen, dann hoffen wir, daß diese in noch reicherem Maß als heute gewährt werden.

Gestatten Sie mir zum Schluß noch einige kurze Worte r die Art, in welcher wir die Kurse durchzuführen gedenken, ein Höchstmaß von Erfolg zu erzielen. Angesichts der Mannfaltigkeit der Gesichtspunkte, unter denen die zu behandelnden beitsgebiete betrachtet werden müssen, wird größter Wert dargelegt, daß zum gleichen Unterrichtsgegenstand mehrere herragende Fachleute sprechen, die aus den Kreisen unserer führden technisch-wissenschaftlichen Institute und Lehranstalten mmen oder führende Persönlichkeiten der Industrie sind und ihren Arbeiten von ganz verschiedenen Anschauungen ausen. Die Kurse selbst werden erst nach vorherigem gründem, oft langwierigem Zusammenarbeiten der Vortragenden abalten werden, damit die Anschauungen und des weiteren die rträge selbst gegeneinander abgeglichen und abgeklärt werden nnen. Diese Vorbereitungen bedeuten eine zwar mühsame, aber r fruchtbringende Arbeit; das hierdurch ermöglichte Sichkenlernen der Vortragenden und das Schätzenlernen der Nachgebiete bringt anderseits für den Einzelnen einen großen winn.

Schließt sich an jeden einzelnen Vortrag eine lebhafte Errung an, an der neben dem eigentlichen Vortragenden auch Vortragenden angrenzender Kurse teilnehmen, so wird sich rbei zuweilen die Rolle der Lehrenden und Lernenden zum teil beider Seiten vertauschen; die Lehrkräfte werden manche egenheit zum Lernen finden und dadurch auch in ihrem Beben gefördert, unsere technische Jugend immer lebensvoller zu errichten.

Pflicht der Industrie im besonderen ist es, die Vortragenmit reichem Lehrstoff zu versorgen. Dadurch, daß den rer die besten und neusten Arbeiten für den Unterricht geen werden, werden sie, unterstützt von ihrer eigenen Arbeit, den Stand gesetzt, über den Rahmen des eigentlichen Hochulunterrichts hinaus unsere in der Praxis stehenden Ingenieure fördern und ihnen die erforderliche Vertiefung des Wissens h auf jenen Gebieten zu geben, auf denen sich diese Inieure vielleicht schon seit Jahren praktisch betätigen. Daß in dieser Hinsicht bisher bestehende Mangel auch von unseren hschulprofessoren erkannt und bitter empfunden wird, entme ich den mir aus Hochschulkreisen zugegangenen Anungen. Es klafft eine weite Lücke zwischen dem, was ere Hochschulen die Studierenden lehren sollen, und den das Höchstmaß angespannten Forderungen der Industrie, an en Erfüllung mitzuwirken aber auch die Lehrer unserer mischen Schulen in höchstem Maße berufen sind. Hier muß Brücke zwischen den in der Industrie Schaffenden und Forenden und unseren in rein wissenschaftlichen Forschen gründst erfahrenen Lehrern geschlagen werden. Damit kommen zu der notwendigen Zusammenarbeit zwischen Industrie und ssenschaft, zwischen Theorie und Praxis, kurz zu jenen Arsgemeinschaften höchsten Wirkungsgrades, bei denen die rer einmal von der Industrie lernen, anderseits aber durch Belehrung unserer schaffenden Ingenieure fördernd auf das beiten unserer Industrie einwirken.

Alle unsere Bestrebungen, die sich in der Richtung der ktikantenausbildung, der Hochschulreform und der Werkstuten auswirken, die Arbeiten der TWL und des TWV sowie ere Bestrebungen zur Förderung und Hebung der Ingenieurbildung sind in sich ein untrennbares Ganzes. Der bisher Teil nur lose Zusammenhang soll sich in Zukunft möglichst g gestalten. Möchte das Ganze dazu helfen, die heute so arg schrieene, aber leider noch so vielfach geleistete Doppelarbeit ftig zu vermeiden. Es gilt: Alles bereits Geleistete und in Literatur des In- und Auslandes Verstreute zu durchforschen, gliedern, dann erst, unter frühzeitiger Bekanntgabe des Anrebten, weiter zu forschen[1]). Auf diese Weise wird die Arbeit r unserer öffentlichen und industriellen Wissenschaft und Technik in ihrem Zusammenwirken immer mehr vertieft und verbreitert, wobei naturgemäß die Wünsche der verschiedenen Parteien ihre gebührende Berücksichtigung finden.

Wenn wir alle in dieser Art zusammenwirken, dann können wir hoffen, daß das technisch-wissenschaftliche Schaffen in Deutschland auf die Höhe gebracht wird, welche erforderlich ist, damit es seinen Anteil erfüllt für das Ansehen der deutschen Industrie auf dem Weltmarkt.

Anhang:

Unsere Werkstudenten[2]).

Die Erfahrungen, die in der Industrie mit der Einrichtung der Werkstudenten gemacht sind, gewähren die günstigste Aussicht auf ein dauernd inniger werdendes organisches Zusammenarbeiten unserer technisch-wissenschaftlichen Lehranstalten mit der schaffenden Industrie. Die Frage der Ausbildung unseres Ingenieurnachwuchses kann nur von beiden daran beteiligten Gruppen gemeinsam gelöst werden: von der Industrie, die einerseits die Mittel dazu besitzt, den Unterricht gewissermaßen durch ein Praktikum größten Maßstabes zu ergänzen, anderseits gut durchgebildeten Ingenieurersatz verlangt, und von den Lehranstalten, denen die Aufgabe auf theoretische Durchbildung des Ersatzes zufällt, und die sich ebenfalls einen guten Ersatz schaffen müssen. Die Dankesworte, die der Vertreter der Werkstudenten des Herbstferienkurses 1922 an die AEG richtete, zeigten, daß die seitens der Studierenden empfundenen Mängel der bisherigen Ausbildung durch systematischen Ausbau der Einrichtung der Werkstudenten weitgehend behoben werden können. Die eingereichten Wochenberichte bestätigen, daß die praktische Tätigkeit berufen ist, den Theorien den konkreten Inhalt und die Unterlagen zu geben, die gerade der angehende Ingenieur beim Studium als außerordentliche Erleichterung empfindet.

Es ist scharf zu trennen zwischen der praktischen Ausbildung vor Beginn des Studiums, die nur eine Einführung in das Wesen der schaffenden Industrie und in die Gebiete bedeutet, die sich der Student für sein zukünftiges Betätigungsfeld ausersehen hat, und der nach dieser praktischen Ausbildung einsetzenden weiteren praktischen Tätigkeit. Erstere soll die Grundlage geben, auf der sich die Ausbildung auf der Hochschule und die weitere Ausbildung in der Praxis in Parallelschaltung aufbauen können.

Aus den oben erwähnten Wochenberichten müssen als besonders bemerkenswert zwei Gesichtspunkte hervorgehoben werden, welche die Vorteile der Parallelschaltung der praktischen und der theoretischen Arbeit besonders ins Licht rücken: einmal werden vielfach die technischen Begriffe, die bereits theoretisch auf der Hochschule behandelt waren, erst durch die praktische Handhabung zum klaren Bewußtsein gebracht. Als typisches Beispiel mag hierbei der Begriff der Vorspannung angeführt werden, der vielen unserer Studierenden selbst in höheren Semestern erst durch die Praxis klar wurde. Der zweite wesentliche Gesichtspunkt besteht darin, daß die Notwendigkeit der theoretischen Untersuchung sich aus den Arbeiten der Praxis ergibt, und daß nicht nur, wie zum Beispiel bei der Materialprüfung, die Verfahren, sondern auch die besonderen Zwecke und die Geltungsbereiche sich in anschaulichster Weise an Hand der Praxis ergeben.

Die von Dr. Lippart in seinem Vortrag „Zur Ingenieurerziehung"[3]) betonte innige Verbindung zwischen Hochschule und Praxis kann durch die Gemeinschaftsarbeit, die in der Ausbildung der Werkstudenten liegt, außerordentlich gefördert werden. Die hohen Semester unserer Werkstudenten haben erfolgreich selbständige Arbeiten im Betrieb und Laboratorium ausgeführt. Mancher technische Bericht fand vollste Anerkennung der vorgesetzten Dienststellen und regte die Verfasser zu weiteren Untersuchungen auf dem bearbeiteten Gebiete an, ebenso wie mancher vom Werkstudenten ausgearbeitete Entwurf vorzügliche praktische Verwendung gefunden hat. Der Werkstudent, der in seiner Tätigkeit die Anforderungen der Praxis gründlich und vielseitig aus eigner Anschauung kennen gelernt hat, wird durch seinen weiteren theoretischen Entwicklungsgang auf der Hochschule die gestellten Aufgaben mit ganz anderen Augen betrachten und zu auftretenden Fragen entschlossener Stellung nehmen als derjenige, der über die besprochenen Faktoren der Praxis keine genügende Anschauung besitzt.

Das Ziel der Einrichtung der Werkstudenten besteht darin, eine produktive Arbeitsleistung pädagogisch auszuwerten, so daß eine Entlohnung als wirtschaftliche Beihilfe in der heutigen schwierigen Zeit gerechtfertigt ist. Die von uns geforderte Ableistung einer vollen 12monatigen praktischen Arbeitzeit für Abiturienten oder einer 24monatigen für Nichtabiturienten stößt unter den heutigen Verhältnissen auf gewisse Schwierigkeiten, da die Schulen zu Ostern schließen und die Vorlesungen der Hochschulen im Herbst beginnen, so daß mit Vorliebe der Zwischenraum von 6 Monaten zur praktischen Arbeitzeit verwandt wird. Diese praktische Tätigkeit ist unter allen Umständen zeitlich zu kurz bemessen. Sehr viele Werke lehnen daher die Einstellung von Praktikanten auf die Dauer eines halben Jahres grundsätzlich ab. Die Ausdehnung der praktischen Tätigkeit auf 18 Monate würde die Studierenden unter den heutigen schwierigen

[1]) Bei dieser Gelegenheit sei noch ausdrücklich betont, daß bei allen iten, insbesondere bei wissenschaftlichen Veröffentlichungen, weit mehr, es heute zumeist der Fall ist, auf die von andern bereits geleisteten iten zurückgegriffen und Bezug genommen werden muß. Dabei ist jedem lnen für das, was er in harter Geistesarbeit geschaffen hat, für sein iges Eigentum voller Schutz zu gewähren; es darf nicht einfach von n Dritten als Gemeingut übernommen werden, ohne daß der Name des rünglichen Schöpfers auch nur erwähnt wird.

[2]) Vergl. Z. 1922 S. 537.

[3]) Z. 1922 S. 1109

Verhältnissen wiederum wirtschaftlich zu sehr belasten. Um nun die praktische Arbeitzeit auf mindestens ein Jahr zu verlängern und die obige Zeitspanne eines halben Jahres für die Weiterbildung auszunutzen, ohne das Gesamtstudium zu verlängern, müssen Industrie und Hochschule zum grundsätzlichen Einverständnis darüber gelangen, daß Studierende im unmittelbaren Anschluß an das Praktikantenjahr, also während des dritten halben Jahres, als Werkstudenten eingestellt und mit Arbeiten in den Zeichen- und Konstruktionsbureaus, den Laboratorien oder auch in einem Betriebe beschäftigt werden, die bei der Hochschule für das Studium angerechnet werden.

Die für die preußischen Hochschulen vorgesehene Bestimmung, daß die praktische Zeit im Maschinen- und Schiffbau von mehr als einem Jahr bei der Vorprüfung zur Hälfte auf das Studium angerechnet werden kann, zeigt die volle Anerkennung und die hohe Bewertung, die eine gründliche praktische Ausbildung finden muß.

Am 15. Dezember 1922 traten die Firmen A. Borsig, Ludwig Loewe & Co. A.-G., SSW, Fritz Werner A.-G. und AEG zu einer Besprechung zusammen, an welcher der Vorsitzende des Ausschusses für Hochschulreform des Berliner Bezirksvereins deutscher Ingenieure teilnahm. Hierbei wurde das grundsätzliche Einverständnis über folgende Richtlinien erzielt:

1. Die Firmen lehnen es ab, Praktikanten für einen Zeitraum von 6 Monaten einzustellen, sie sind jedoch grundsätzlich bereit, im unmittelbaren Anschluß an eine 12monatige praktische Arbeitzeit Studierende während eines dritten Semesters als Werkstudenten einzustellen.
2. Die Beschäftigung erfolgt mit zeichnerischen Arbeiten in den Zeichen- oder Konstruktionsbureaus und Hilfsarbeiten im Laboratorium und Betrieb.
3. Die während dieses dritten Semesters angefertigten Arbeiten sind, soweit sich das Werk mit ihrer Hingabe einverstanden erklärt, in einem Durchschlag oder als Blaupause oder, falls es sich um eine selbständige Arbeit besonderer Art handelt, als eigenhändiger Bericht dem Werkstudenten seitens der Firma zu testieren zwecks [...]reichung bei der Meldung zur Prüfung und Anrech[...] dieser Arbeiten seitens der Hochschule.
4. Es wird eine Entlohnung nach den vom Verband Ber[...] Metall-Industrieller monatlich gegebenen Richtl[...] empfohlen.
5. Nach Beendigung des Halbjahrs wird ein Zeugnis [...]sprechend dem Merkblatt des DA für die Maschineni[...]strie: Die praktische Unterweisung der Praktikanten, [...]gestellt.

In der Sitzung kam auch die Frage der Lieferung von [...]terlagen für Prüfungsarbeiten zur Sprache. Unsere Studi[...]den sind infolge der überaus gesteigerten Buchpreise in h[...] Maß darauf angewiesen, sich selbst Sammlungen von D[...]schriften der Industrie anzulegen, Zusammenstellungen, wie durch die Organisation der TWL, das Karteiwesen, die Zeitsc[...]tenschau, die Einführung der Dezimal-Klassifikation außeror[...]lich erleichtert werden. Insbesondere wird die Industrie dau[...] angegangen um Lieferung von Unterlagen für Prüfungsarbe[...] Um einerseits den Dozenten eine gewisse Übersicht zu geben [...] die bei der Bearbeitung von Aufgaben benutzten Hilfsmittel [...] anderseits die Unterlagen der Allgemeinheit zu einer mögl[...] weitgehenden Ausnutzung zugänglich zu machen, ist das Zw[...]mäßigste, die Lieferung lediglich an die Dozenten erfolgen [...]lassen und ihnen die weitere Verfügung darüber anheimzuste[...]

Die Förderung unseres Ingenieurnachwuchses bedeutet z[...]fellos einen erheblichen Zeit- und Kostenaufwand und starke [...]sönliche Inanspruchnahme der vorgesetzten Dienststellen; [...] jedoch die Industrie einen vollgültigen Ingenieurersatz erha[...] der die wirtschaftlichen und technischen Fragen, vor die [...] dauernd gestellt werden, zu meistern vermag, und will sie [...]führende Stellung auf dem Weltmarkt behaupten oder errir[...] so muß sie der Frage der Erziehung unseres Nachwuchses [...]vollste Aufmerksamkeit schenken und die hierfür erforderli[...] Mehraufwendungen als eine Kapitalanlage betrachten, die [...] guter Verwaltung die reichsten Erträge verspricht. [1633]

Im Eigentakt arbeitende schwingungsfähige Systeme.

Von Dr. Josef Geiger, Augsburg.

Beispiele von Fällen, wo das von Schieferstein angegebene Resonanzverfahren bereits Anwendung gefunden hat. Die Aussichten für die weitere Verwirklichung dieses Verfahrens.

Die Technik schreitet rasch. Während noch vor drei Jahrzehnten Schwingungserscheinungen eine Sache waren, um die sich ein Ingenieur nicht zu kümmern brauchte, während manche Fachleute sie noch kurz vor dem Kriege mit dem Ausspruch „Das gibt es nicht" oder „Das meint man" u. s. f. abtun zu können glaubten, hat es die Entwicklung dahin gebracht, daß heutzutage fast jede Maschinenfabrik ihre Maschinen, soweit nötig, auf Schwingungen nachrechnet und auch die zur Untersuchung erforderlichen Meßgeräte besitzt. Jüngst konnte man gar in den Tageszeitungen von einer Erfindung lesen, wonach wir durch Übertragung funkentelegraphischer Erkenntnisse auf mechanische schwingungsfähige Systeme vor einer Umwälzung im Maschinenbau ständen. Diese, so viel mir bekannt, gegen den Willen des Erfinders, Heinrich Schieferstein, in die Tagespresse gelangten Meldungen haben lebhafte Meinungsäußerungen hervorgerufen.

Wenn ich im folgenden dazu Stellung nehme, so gehe ich nicht von den obigen Nachrichten, sondern von persönlichen Beobachtungen im Laboratorium Schiefersteins aus. Veranlassung bietet mir ferner, daß auch der Aufsatz in der Zeitschrift „Maschinenbau"[1]) vielfach für den Maschinenbauer unklar ist und leicht zu Mißverständnissen Anlaß geben kann. Das erklärt sich leicht dadurch, daß der Verfasser aus einem vom Maschinenbau weit entfernten Gebiet mit ganz anderen Fachausdrücken — nämlich der Funkentelegraphie — stammt. Insbesondere ist am Anfang dieses Aufsatzes nicht klar genug betont, daß es sich nicht darum handelt, die Massenbeschleunigungen zu beseitigen, sondern darum, die durch Massenbeschleunigungen in den Übertragungsteilen verursachten Reibungen zu verringern. In der Zeitschrift für technische Physik[2]) hat Schieferstein sogar deutlich ausgesprochen, daß er durch die Anwendung der Resonanz die Arbeit der Massenbeschleunigungen verringern will, obgleich jedem Fachmann klar sein müßte, daß die Arbeit, welche man beim Beschleunigen pendelnder Massen verbraucht, bei der unmittelbar folgenden Verzögerung der Massen zurückgewonnen wird, also abgesehen von der Reibungsarbeit, nicht verbraucht werden kann.

Schiefersteins leitender Grundgedanke ist, „an Stelle zwangläufig hin und her bewegter Systeme mit großen Massenkräften schwingungsfähige Systeme zu setzen, welche in Resonanz mit den sie erregenden Kräften sind." Diesem Grundgedanken kann die Berechtigung nicht ohne weiteres versagt werden. Au[...] theoretischen Grundlagen bin ich an andrer Stelle eingegang[...]

Bekanntlich genügt im Zustande der Resonanz eine [...] kleine Kraft, um sehr große Ausschläge hervorzurufen. Kön[...] Energieverluste in Form von Reibungen vermieden werden, [...] ließen sich sogar unendlich große Ausschläge erzielen. [...] Erkenntnis hat im Maschinenbau bereits vielfach nutzbring[...] Anwendung gefunden, z. B. beim Frahmschen Resonanzt[...]meter, beim Maderschen Resonanz-Undographen, beim Fr[...]schen Schlingertank, beim D. R. P. Nr. 298 928, Anordnung [...] Maschinensätze, und bei einer von der MAN ausgeführten [...]richtung zum Vermeiden von Häusererschütterungen. Aller[...] betreffen diese Anwendungen entweder Meßgeräte oder Vor[...]tungen, die zur Beseitigung oder Verhinderung störender Sch[...]gungen dienen. Schieferstein will aber die Resonanz ausd[...]lich auch zum Übertragen von mechanischer Energie verwe[...] und hat insbesondere Maschinen im Auge, bei denen b[...] zwangläufige Kurbeltriebe verwendet wurden. Auch hier [...] aber bereits Beispiele vorhanden. So arbeitet die Humphrey[...]pumpe[4]), Abb. 1, offenbar mit einer ihrem Eigentakt ent[...]chenden Taktzahl, wenn auch in den Beschreibungen von Resonanz oder Eigenfrequenz keine Rede war. Dort pendelt in kommunizierenden Röhren eine Wassersäule hin und her. An einem Ende sitzt ein Gaszylinder, dessen Steuerteile von der schwingenden Wassersäule betätigt werden. Die Pumpenventile sind selbsttätig. Daß die Pumpe in der Tat im Eig[...] arbeitet, erhellt u. a. daraus, daß die Taktzahl ganz von der l[...] des Ausströmrohres, also der Größe der hin und her bew[...] Wassermasse abhängt.

Abb. 1. Die Humphrey-Gaspumpe.

Auch bei der Gasturbine von Stauber ist vermutlic[...] Resonanz verwirklicht, soweit die umlaufende und gleich[...] hin und her pendelnde Wassermasse in Betracht kommt, d[...] Mittel zur Kraftübertragung verwendet wird.

---

[1]) Sonderheft Schwingungen, 16. Dezember 1922.
[2]) Z. 1922 Heft 12.
[3]) ETZ 1923.
[4]) Z. 1911 S. 1852, 1913 S. 835.

Eine weitere Anwendung, die allerdings mit dem Maschinen-
ı nichts zu tun hat, machen wir alle selbst mit unseren eige-
ı Beinen. Jedes Bein stellt nämlich einen um das Hüftgelenk
wingenden Hebel dar, der durch elastische Zwischenglieder,
Muskeln, in Schwingung versetzt wird; die Schwingungs-
l der von der Oberschenkelmuskulatur ausgeübten Kräfte ist
ei in Resonanz mit der Eigenschwingungszahl des Beines.
se Behauptung mag sich zunächst merkwürdig und abwegig an-
en; Rechnung und Versuch zeigen aber, daß wir beim Gehen
ächlich unsere Beine mit ihrer Eigenschwingungszahl be-
en. Wer sich die Mühe der Rechnung, insbesondere mit
ksicht auf die Massenverteilung, nicht machen will, beachte
endes: Er stelle sich, am besten auf einer kleinen Unterlage,
das eine Bein, strecke das andere nach hinten aus, lasse es
und zähle die minutliche Schwingungszahl. Dann zähle er
Zahl der minutlichen Doppelschritte auf ebenem Boden bei
schiedenen Gehgeschwindigkeiten. Er wird zunächst finden,
diese Schrittzahl bei raschem Gehen nur sehr wenig höher
bei langsamem Dahinschlendern ist und daß er, um rascher
gehen, hauptsächlich größere Schritte macht. Sowie er ge-
tsam versucht, bei gegebener Schrittlänge etwa nur die Hälfte
r gar die doppelte Anzahl Schritte in der Minute zu machen,
d er finden, daß dies außerordentlich viel mehr Mühe ver-
acht.

An Personen mit verschieden langen Beinen, etwa einem
n und einem Kind, oder an Tieren kann man diese Beobach-
en bestätigen, soweit das ziemlich mühelose Gehen, also nicht
nur unter erheblichem Kraftaufwand und daher nur vorüber-
end mögliche Laufen oder Springen in Betracht kommt. Natür-
und durchaus im Sinne der Rechnungsergebnisse ist die
rittzahl des Kindes mit seinen kurzen Beinen höher als die
Mannes. Weder Tier noch Kind noch Mann berechnen aber
ı Gehen zunächst die Eigenfrequenz ihrer Beine und be-
en sich dann bewußt, durch die Muskeln die Beine im Re-
nztakt zu bewegen, sie gehen vielmehr, ganz selbsttätig, ohne
s zu denken, derart, daß es möglichst wenig Mühe macht
sie möglichst wenig Arbeit zu leisten brauchen. Das er-
aber gerade das Gehen im Takt der Eigenschwingung der
e, also im Sinn der Regeln von Schieferstein.

Für die Kraftübertragung mit hin- und hergehenden Trieb-
teilen hat seit den Anfängen des Maschinenbaues das Schub-
elgetriebe eine hervorragende Rolle gespielt; bei Kolben-
hinen insbesondere wird es fast ausschließlich verwendet.
mechanische Wirkungsgrad derartiger Kolbenmaschinen liegt
Mittel bei rd. 90 vH, bei sehr guten Dampfmaschinen bis zu
H, bei Dieselmaschinen sinkt er bis rd. 83 vH, weil dort die
sten Arbeitsdrücke im Verhältnis zum mittleren Kolbendruck
größer als bei Dampfmaschinen sind. Von den restlichen
I entfällt aber nur ein kleiner Teil, etwa $^1/_{10}$ bis $^3/_{10}$, auf die
ung in den Zapfen des Kurbeltriebes, alles andere rührt von
Reibung der Kolbenringe, des Kolbens und der Stopfbüchsen,
der Steuerung samt Antrieb und vom Schwungrad (Venti-
und Lagerreibung) her.

Angenommen, die Zapfenreibung betrage 3 vH der gesamten
leiteten Arbeit. Diese Reibung wird zum Teil durch die
itsdrücke und zum Teil durch die Massenkräfte der hin und
gehenden Triebwerkteile bedingt. Die Massenkräfte sind bei
hen Kolbenmaschinen einschließlich der Schnelläufer stets
er als die Arbeitsdrücke. Demnach beträgt, reichlich gerech-
der Reibungsverlust, den die Massenkräfte der Triebwerk-
verursachen, im Mittel rd. 1 vH, und es leuchtet ohne wei-
ein, daß es sich nicht rechtfertigen würde, diese geringen
iste durch Anwendung der elastischen Kupplung nach Schie-
ferstein vermindern zu wollen, wenn nicht nebenher andre Vor-
teile erreicht werden.

Es läßt sich einwenden, daß diese elastische Kupplung er-
möglicht, höhere Drehzahlen anzuwenden. Wenn aber der so
erzielbare Gewinn ins Gewicht fallen sollte, müßte die Drehzahl
ganz gewaltig gesteigert werden. Um z. B. den Reibungsverlust,
den die Massenkräfte beim üblichen zwangläufigen Kurbeltrieb
verursachen, auf 10 vH zu erhöhen, müßte man die Drehzahl auf
das 3,3fache steigern. Bei unsern Kolbenmaschinen ist aber die
höchste Drehzahl oder die höchste Kolbengeschwindigkeit keines-
wegs durch die Reibungsverluste begrenzt, welche die Massen-
kräfte der Triebwerkteile bedingen, sondern insbesondere durch:

1. die Geschwindigkeiten, welche das Arbeitsmittel bei der Zu-
und Ableitung (durch Kanäle, Schieber, Ventile) annimmt,
also durch das Bestreben, zu großen Druckabfall beim Ein-
strömen und zu großen Rückdruck beim Ausströmen zu
vermeiden; denn die hierdurch entstehenden Verluste sind
bei vielen Kolbenmaschinen schon heute viel größer als
die in Rede stehenden Reibungsverluste;
2. die von den Massenkräften herrührenden Fernwirkungen
(Erschütterungen);
3. den Verbrennungsvorgang, der sich insbesondere bei Diesel-
maschinen nicht in beliebig kurzer Zeit abspielen kann;
4. die Art der Verwendung oder Weiterleitung der in der
Kraftmaschine erzeugten Arbeit. Bei Erzeugung von Dreh-
strom von 50 Per./s kann man z. B. nicht über 3000 Uml./min
hinaus.

Allerdings wäre denkbar, diese Einflüsse durch größere Quer-
schnitte in der Zu- und Abflußleitung sowie durch Anordnung
mehrerer Zylinder (Massenausgleich) zu mildern. Jedenfalls
sieht man aber, daß der Anwendung der Resonanz zur Über-
tragung von Arbeit bei Kolbenmaschinen ernstliche nicht
zu unterschätzende Bedenken und Schwierigkeiten im Wege
stehen. Auf der andern Seite ist aber auch der Vorteil
nicht zu verkennen, den die Verkleinerung oder wie bei der
Humphrey-Gaspumpe der gänzliche Fortfall der teuren Trieb-
werkteile (Kurbelwelle samt Lagern, Schwungrad, Treibstange,
Kreuzkopf, Kolben mit Kolbenstange und Ringen) bieten würde.

Günstiger als bei Kraftmaschinen und Pumpen liegen die
Aussichten bei solchen Maschinen, deren Triebwerkteile schon
bei den bisherigen Ausführungen und Drehzahlen Massenkräfte
auslösen, welche ein Vielfaches der Arbeitsdrücke erreichen.
Dies mag z. B. bei Sägegattern, insbesondere älteren, zutreffen.
Da es sich aber hier nicht um die Beurteilung einzelner Ausfüh-
rungen, sondern um die grundsätzliche Würdigung des Gedan-
kens handelt, so sei hier von den verschiedenen Anwendungsmög-
lichkeiten, die sich auf den ganzen Maschinenbau einschließlich
Schiffbau, Geräte- und Uhrentechnik beziehen, abgesehen.

Wie nicht anders zu erwarten, hat Schieferstein bisher in
erster Linie solche Ausführungen versucht, die entweder bei den
bisher vorhandenen Bauarten besonders große Massenkräfte aus-
lösen, wie Sägegatter und dergl., oder deren Anwendung
verhältnismäßig geringe Mittel erfordert, wie bei Uhren.
Ob die erwarteten Vorteile voll in die Erscheinung treten,
hängt nicht vom Verfahren ab, sondern kann erst beurteilt
werden, wenn alle Einzelheiten durchgebildet sind. Gegenüber
den großen Aufgaben, wie der Anwendung der Resonanz auf
die Motorentechnik oder auf den Flugzeug- und Schiffbau, dürfte
aber ganz entschieden eine gewisse Zurückhaltung am Platze sein,
weil, wie für den Motorenbau bereits kurz angedeutet, hier viele
Schwierigkeiten im Wege stehen, die den Ingenieur vor neue Auf-
gaben stellen. [1627]

Fräsmaschinen mit neuartigem Gegenhalter.

Die stets steigenden Ansprüche an die Schnittleistung von Fräs-
ıinen, wie sie neuerdings besonders durch die Verwendung von
werkzeugen gestellt werden, haben die bisherigen Bauarten der
-gegenhalter veralten lassen. Wie bekannt, waren diese einarmig
echt über dem Fräser angebracht und mit dem Maschinengestell
eine Schere verbunden. Bei starken Vorschüben ergeben sich
starke Erschütterungen, und das Werkzeug wich in radialer Rich-
aus; auch war das Verschieben des Gegenhalters mit Anstrengung
nden und die Feststellung umständlich.

Die Gegenhalteranordnung der Mammutwerke Nürnberg
igt diese Mängel. Als Gegenhalter wirken hier zwei wagerechte
ı, die schräg oberhalb der Frässpindel liegen, Abb. 1. Beim Vor-
in jeder Richtung wird der auf die Frässpindel biegend wirkende
P von einer der Säulen voll aufgenommen, während auch die
Säule durch den dreieckigen Gegenhalterkopf zur Unterstützung
ezogen wird. Festgeklemmt werden die Säulen durch sich sprei-
einmal geschlitzte Büchsen in der Frädruckrichtung, wobei durch
drehung Festklemmen und Rechtsverschiebung, durch Links-
g Lösen und Linksverschiebung erfolgt, während die Armstel-
durch Ritzel und Zahnstange verändert wird. Die Hauptspindel
ıschine macht 22 bis 200 Uml./min. Der Tisch, der mit 12 Längs-
uervorschüben ausgestattet ist, kann durch eine Einrückbewegung
Fußdruck mit fast 2 m/min Geschwindigkeit in seine Anfangsstel-
lung zurückgebracht werden, was bei großen Arbeitslängen von Wichtig-
keit ist. Das Kühlmittel wird durch Vorbeifließen an den großen Eisen-
massen des Maschinenständers und in einem Becken am Maschinenfuß
gut zurückgekühlt. [1648]
Br.

Abb. 1. Fräsmaschinen-Gegenhalter der Mammutwerke.

Die Einheitsgrößen der Francisturbinen unter wechselnden Bedingungen.

Von Dr.-Ing. Georg Karraß, Berlin.

Die Einheitsgrößen der Francisturbinen, insbesondere die spezifische Umlaufzahl, bleiben für eine bestimmte Laufradbauart nicht gleich, sondern ändern sich mit dem Reibungswert, dem Austrittverlust und den Eintrittwinkeln. Diese Änderungen sind berechnet und in Kurven dargestellt.

Reibung, Austrittverlust und Wirkungsgrad.

Zur Berechnung der Größenabmessungen und der voraussichtlichen Betriebsverhältnisse von Francisturbinen werden die Einheitsgrößen für 1 m Gefälle benutzt in Verbindung mit Schaulinien, wie sie in der „Hütte", 22. und 23. Aufl., Bd. 2, S. 293, Fig. 307, dargestellt sind. Diesen Schaulinien sind ganz bestimmte Annahmen zugrunde gelegt. Die Einheitsgrößen der Wassermenge Q_I, der Umlaufzahl n_I, der Leistung N_I, des Drehmomentes M_I und die spezifische Umlaufzahl n_s erscheinen hierbei vom Wirkungsgrad unabhängig. In Wirklichkeit sind sie aber für eine durch das Verhältnis des Eintritts- zum Austrittsdurchmesser bestimmte Laufradbauart nicht gleichbleibend, vielmehr machen sich der Einfluß des Wirkungsgrades, der seinerseits durch die Reibung innerhalb der Turbine und den Austrittverlust bestimmt ist, und der Eintrittwinkel in das Laufrad geltend.

Abweichungen von den Verhältnissen, die den oben erwähnten Schaulinien zugrunde liegen, müssen also analytisch in die Rechnung eingeführt werden. Im folgenden soll nun eine andre Art der Berechnung von Francisturbinen entwickelt werden, bei der es möglich ist, den Einfluß jeder dieser Größen an der Hand von Schaulinien zu verfolgen. Die benutzten Beziehungen sind allgemein bekannt; sie finden sich in fast allen Werken über Wasserturbinen, z. B. in A. Pfarr, Die Turbinen für Wasserkraftbetrieb, 2. Aufl., S. 242 u. f., wenn auch nicht ganz in der Form, wie im folgenden abgeleitet. Die an dieser Stelle daraus entwickelten Schaulinien sind aber m. W. bisher noch nicht veröffentlicht.

Wenn eine Wasserkraft vollständig ausgenutzt werden soll, sind gegeben: Das Gefälle H in m, die Wassermenge Q in m³/s und — je nach der Art der angetriebenen Maschinen — die wünschenswerte Umlaufzahl n. In andern Fällen darf eine bestimmte Leistung in PS oder kW einem Gefäll entnommen werden. Hierbei sind dann außerdem wieder das Gefälle H und die wünschenswerte Umlaufzahl n gegeben. Gewöhnlich wird nun im ersten Fall ein möglichst guter Wirkungsgrad, im zweiten Fall eine billige Turbine, d. h. geringe Abmessungen, auch auf Kosten des Wirkungsgrades, angestrebt werden. Jedoch wird, wenn die Leistung durch die Aufteilung der Stromerzeuger gegeben ist, auch in diesem Falle möglichst guter Wirkungsgrad erwünscht sein.

Nun beträgt der hydraulische Wirkungsgrad einer Wasserturbine $\varepsilon = 1 - (\varrho + \alpha)$, worin ϱ die auf das Gefälle H bezogene Reibung innerhalb der Turbine, d. h. im Leitrad, Laufrad und Saugrohr zusammen, bedeutet, α den ebenfalls auf das Gefälle bezogenen Austrittverlust. Die Reibung ϱ ist wesentlich von der Weite und Form der Laufschaufelkanäle, weiter aber selbstverständlich von der Güte der Konstruktion und der Werkstattausführung abhängig. Große Turbinen weisen geringere Reibung auf als geometrisch ähnliche von kleineren Abmessungen. Genaue Feststellung ist natürlich nur auf Grund von Versuchsergebnissen möglich. Die obere und untere Grenze dürfte $\varrho = 0{,}09$ und $\varrho = 0{,}21$ bilden. Als fast immer erreichbarer Reibungswert, insbesondere für die erste Ermittlung, kann $\varrho = 0{,}12$ benutzt und im Bedarfsfalle die Rechnung mit einem entsprechend verbesserten Reibungswert wiederholt werden. Mit dieser Ziffer hat auch Pfarr in seinem Werk auf S. 171 bis 245 die verschiedenen Vergleichrechnungen durchgeführt.

Außer der Reibung, die für jedes Turbinenlaufrad als physikalisch feststehende Größe zu betrachten ist, ist der hyd lische Wirkungsgrad ε noch von dem innerhalb gewisser Gre frei zu wählenden Austrittverlust α abhängig. Er ergibt demnach für verschiedene Werte von ϱ als Funktion des trittverlustes nach den in Abb. 1 gegebenen Geraden. mechanische Wirkungsgrad η ist etwas geringer als der hyd lische, da die Lagerreibung noch von der Leistung abgeht. für können 4 vH angesetzt werden; die in dieser Wahl lieg Willkürlichkeit wird ausgeglichen durch die entschieden grö Unsicherheit des Reibungswertes ϱ. Für den mechanischen kungsgrad ist demnach zu setzen: $\eta = 1 - (\varrho + \alpha + 0{,}04)$.

Die Einheitsgrößen.

Der für jedes Laufrad fest bestimmte Reibungswert ϱ und frei zu wählende Austrittverlust α beeinflussen nun sämtl Berechnungen der Francisturbinen. Die absolute Austri schwindigkeit aus dem Laufrad, c_a, die zur Verkleinerung Abmessungen und zur Vermeidung kreisender Bewegung im S rohr senkrecht zum Austrittquerschnitt angenommen wird, nach Annahme des verhältnismäßigen Austrittverlustes α:

$$c_a = \sqrt{2\,g\,\alpha}\,\sqrt{H}\ \text{m/s}.$$

Aus dem Austrittdurchmesser D_a in m ergibt sich der trittquerschnitt:

$$F_a = \frac{\pi\,D_a^2}{4}\ \text{m}^2.$$

Durch diesen Austrittquerschnitt muß die Wassermenge Q der Geschwindigkeit c_a hindurchgehen. Demnach ist

$$Q = F_a\,c_a = \frac{\pi}{4}\sqrt{2\,g}\,\sqrt{\alpha}\,D_a^2\sqrt{H} = 3{,}479\,\sqrt{\alpha}\,D_a^2\sqrt{H}\ \text{m}^3\text{/s}$$

Die Umfangsgeschwindigkeit am Eintritt ist nach der H gleichung der Kreiselradmaschinen:

$$u_e = \sqrt{\varepsilon\,g\,H\left(1 - \frac{\operatorname{tg}\delta_1}{\operatorname{tg}\beta_1}\right)},$$

worin δ_1 den absoluten Eintrittwinkel, β_1 den Schaufelein winkel bedeutet. Zunächst soll der einfachere Fall betra werden, in dem $\beta_1 = 90°$ ist. Hierfür ist, ohne Rücksicht au absoluten Eintrittwinkel, in jedem Falle $\frac{\operatorname{tg}\delta_1}{\operatorname{tg}\beta_1} = 0$, so daß ergibt:

$$u_e = \sqrt{\varepsilon\,g\,H}.$$

Die Änderungen, die sich bei andrer Wahl der Winkel erg werden später besonders berücksichtigt.

Nun ist anderseits

$$u_e = \frac{\pi\,D_e\,n}{60},$$

worin D_e den Eintrittdurchmesser in m bedeutet. Darau gibt sich:

Abb. 1 bis 4. Hydraulischer Wirkungsgrad und Einheitsgrößen in Abhängigkeit vom Austrittverlust und Reibungswert.

$$n = \frac{60\, u_e}{\pi D_e} = \frac{60}{\pi} \sqrt{g} \sqrt{\varepsilon} \frac{1}{D_e} \sqrt{H} = 59{,}82 \sqrt{\varepsilon} \frac{1}{D_e} \sqrt{H}.$$

Die Leistung beträgt

$$N_{PS} = \frac{1000}{75} \eta\, Q\, H \text{ PS}.$$

[Mi]t dem vorher abgeleiteten Wert für Q ergibt sich

$$N_{PS} = \frac{1000}{75} \cdot \frac{\pi}{4} \sqrt{2\, g}\, \eta \sqrt{\alpha}\, D_a^2\, H \sqrt{H}$$

$$= 46{,}38\, \eta \sqrt{\alpha}\, D_a^2\, H \sqrt{H} \text{ PS}.$$

Wird die Turbine zum Antrieb von Stromerzeugern benutzt, [so] ist es zweckmäßig, N gleich in kW einzusetzen, damit Um[rec]hnungen vermieden werden. Dann ergibt sich

$$N_{kW} = g \frac{\pi}{4} \sqrt{2\, g}\, \eta \sqrt{\alpha}\, D_a^2\, H \sqrt{H} = 34{,}13\, \eta \sqrt{\alpha}\, D_a^2\, H \sqrt{H} \text{ kW}.$$

Das Drehmoment beträgt

$$M = \frac{60 \cdot 75}{2\pi} \cdot \frac{N_{PS}}{n} = 125\, \pi \sqrt{2}\, \eta \sqrt{\frac{\alpha}{\varepsilon}}\, D_a^2\, D_e\, H$$

$$= 555{,}3\, \eta \sqrt{\frac{\alpha}{\varepsilon}}\, D_a^2\, D_e\, H \text{ mkg}.$$

[Sel]bstverständlich ergibt sich genau der gleiche Wert, wenn das [Dr]ehmoment aus N_{kW} ermittelt wird.

Sämtliche Werte sind in verschiedener Form abhängig von ε und η, die wieder unter sich nach den gegebenen Gleichungen [zu]sammenhängen und den Reibungswert ϱ enthalten, ferner von [α], D_a und H. Wird $H = 1$ m gesetzt, so verschwinden die ver[sch]iedenen Potenzen von H, da sie $= 1$ werden. Man [ka]nn die Formeln unter Fortlassung der Potenzen von H [au]ffassen als die Wassermenge, Umlaufzahl, Leistung und das [D]rehmoment einer Turbine bei dem Gefälle $H = 1$ m, die man [säm]tlich mit dem Index I zu bezeichnen pflegt. Zunächst gelten [di]e Ableitungen selbstverständlich nur für radial endende [Sch]aufeln und stoßfreien Eintritt. Es ergeben sich folgende Be[zie]hungen:

[Ein]heits-größen	Maß	für $H = 1$ m		für beliebige H zu multiplizieren mit
Q_I	m^3/s	$3{,}479 \sqrt{\alpha}\, D_a^2$	$= k_1\, D_a^2$	$\sqrt{H} = H^{1/2}$
n_I	Uml./min	$59{,}82 \sqrt{\varepsilon} \frac{1}{D_e}$	$= k_2 \frac{1}{D_e}$	$\sqrt{H} = H^{1/2}$
N_I	PS	$46{,}38\, \eta \sqrt{\alpha}\, D_a^2$	$= k_3\, D_a^2$	$H\sqrt{H} = H^{3/2}$
N_I	kW	$34{,}13\, \eta \sqrt{\alpha}\, D_a^2$	$= k_4\, D_a^2$	$H\sqrt{H} = H^{3/2}$
M_I	mkg	$555{,}3\, \eta \sqrt{\frac{\alpha}{\varepsilon}}\, D_a^2\, D_e$	$= k_5\, D_a^2\, D_e$	$H = H^1$

Da ε und η abhängig von α sind, können die Werte k_1 bis k_5 [ab]hängig von α für die verschiedenen Werte von ϱ, die um je 0,03 [ge]stuft sind, in Schaulinien aufgetragen werden, Abb. 1 bis 4. [α] wird normal mit 0,02 bis 0,06 angenommen; wenn aber eine [mö]glichst hohe Umlaufzahl n_I angestrebt wird, also hauptsächlich [bei] niedrigen Gefällen und großen Wassermengen, geht man bis [α] = 0,12. Meist wird bei großem Austrittverlust damit ge[rec]hnet, daß durch ein kegeliges Saugrohr ein Teil des Austritt[ver]lustes wieder zurückgewonnen werden kann. In die Rechnung [ist] dieser Rückgewinn einzuführen als Vergrößerung der Saug[wir]kung, d. h. des Nutzgefälles.

An der Hand dieser Schaulinien läßt sich der Einfluß von [Wa]ssermenge, Umlaufzahl, Leistung und Drehmoment auf D_e und [D_a] unter Berücksichtigung des Reibungswertes und des Austritt[ver]lustes bei radial endenden Schaufeln und stoßfreiem Eintritt [lei]ht verfolgen.

Die spezifische Umlaufzahl.

Da Q_I und N_I nur auf D_a, n_I dagegen nur auf D_e von [Ei]nfluß ist, ist jedes Laufrad gekennzeichnet durch Q_I, N_I und n_I. [Bil]det man nun weiter

$$n_I \sqrt{Q_I} = k_2 \sqrt{k_1} \frac{D_a}{D_e},$$

[so] ist eine Kennziffer gewonnen, die für alle Laufräder mit dem[sel]ben Verhältnis $\frac{D_e}{D_a}$, d. h. für alle geometrisch ähnlichen Lauf[rä]der bei demselben verhältnismäßigen Reibungswert und Aus[trit]tverlust gleich ist. Statt Q wird jedoch meist die Leistung N [in] PS oder kW benutzt. Es ist demnach:

$$n \sqrt{N} = n_I \sqrt{H} \sqrt{N_I\, H \sqrt{H}} = n_I \sqrt{N_I}\, H^{5/4}.$$

[n_I] $\sqrt{N_I}$ wird bezeichnet als die „spezifische Umlaufzahl" n_s.

Wird N in PS gemessen, so ist

$$n_s = n_I \sqrt{N_{I\,PS}} = 20 \sqrt{\frac{30}{\pi} \sqrt{2}\, \sqrt[4]{g^3}} \sqrt{\varepsilon\, \eta \sqrt{\alpha}}\, \frac{D_a}{D_e}$$

$$= 407{,}4 \sqrt{\varepsilon\, \eta \sqrt{\alpha}}\, \frac{D_a}{D_e} = k_6 \frac{D_a}{D_e}.$$

Wird N in kW gemessen, so ist

$$n_s = n_I \sqrt{N_{I\,kW}} = 30 \sqrt[4]{\frac{2}{\pi^3} \sqrt[4]{g^5}} \sqrt{\varepsilon\, \eta \sqrt{\alpha}}\, \frac{D_a}{D_e}$$

$$= 349{,}5 \sqrt{\varepsilon\, \eta \sqrt{\alpha}}\, \frac{D_a}{D_e} = k_7 \frac{D_a}{D_e}.$$

n_s ist also nur noch von dem Verhältnis des Eintritt- und Austrittdurchmessers abhängig, nicht mehr von ihren absoluten Größen, ändert sich aber erheblich mit dem Reibungswert ϱ und dem Austrittverlust α. Abb. 5 u. 6 enthalten die Werte k_6 und k_7

Abb. 5 u. 6. Spezifische Umlaufzahl in Abhängigkeit vom Austrittverlust und Reibungswert.

in Abhängigkeit von α für die verschiedenen Reibungswerte ϱ. Die spezifische Umlaufzahl ist auch als die Umlaufzahl anzusehen, die eine der betrachteten geometrisch ähnliche Modellturbine von 1 PS oder 1 kW Leistung bei $H = 1$ m Gefäll und gleichem Reibungswert und Austrittverlust annehmen würde.

Die Laufschaufel-Eintrittwinkel und die Laufradbauarten.

Die Umfangsgeschwindigkeit u_e und damit die Umlaufzahlen n, n_I und n_s können noch gesteigert werden durch verstärkte Überdruckwirkung, d. h. durch Wahl von $\beta_1 > 90°$; sie können verringert werden durch stärkere Druckwirkung, d. h. durch Wahl von $\beta_1 < 90°$ (beschleunigte und verzögerte Francisturbinen). Dann kommt aber auch der absolute Eintrittwinkel δ_1 zur Geltung, und es wird

$$n_I = k_2 \frac{1}{D_e} \sqrt{1 - \frac{\operatorname{tg} \delta_1}{\operatorname{tg} \beta_1}}$$

oder, wenn

$$\sqrt{1 - \frac{\operatorname{tg} \delta_1}{\operatorname{tg} \beta_1}} = k_8$$

gesetzt wird:

$$n_I = k_2\, k_8 \frac{1}{D_e}.$$

Abb. 7. Berichtigung für „beschleunigte" und „verzögerte" Francisturbinen.

Abb. 7 zeigt k_8 als Kurvenschar für $\beta_1 = 40°$ bis $140°$ und $\delta_1 = 10°$ bis $40°$. Q_I und N_I sind von n_I unabhängig, dagegen ist

M_I von n_I abhängig, so daß sich bei geänderten Laufrad-Eintrittwinkeln

$$M = \frac{k_5}{k_8} D_a^2 D_e$$

ergibt. Selbstverständlich gilt auch für die spezifische Umlaufzahl allgemein

$$n_s = k_6 k_8 \frac{D_a}{D_e},$$

wenn N_I in PS, oder $n_s = k_7 k_8 \frac{D_a}{D_e}$,

wenn N_I in kW gemessen wird.

Nach der Größe der spezifischen Umlaufzahl unterscheidet man die Laufradbauarten der Francisturbinen. In Abb. 8 ist ein Normalläufer mit dem Verhältnis $D_e : D_a = 1{,}3$ dargestellt. Die spezifische Umlaufzahl kann bei diesem Laufrad $n_s = 89$ für $\alpha = 0{,}02$ und $\varrho = 0{,}21$ bis $n_s = 129$ für $\alpha = 0{,}06$ und $\varrho = 0{,}09$ betragen, wenn N in PS gemessen wird. Für N in kW ergeben sich die entsprechenden Zahlen mit $n_s = 75$ und $n_s = 110$.

Abb. 9 zeigt einen Langsamläufer mit $D_e : D_a = 2$; bei denselben Grenzen wie vorher ergeben sich die spezifischen Umlaufzahlen zu $n_s = 58$ bis 84 und $n_s = 47$ bis 72. Eine noch kleinere spezifische Umlaufzahl kann durch verstärkte Druckwirkung erzielt werden. Bei Wahl von $\delta_1 = 30°$, $\beta_1 = 60°$, $\alpha = 0{,}02$ und $\varrho = 0{,}21$ wird die spezifische Umlaufzahl $n_s = 47$ und 40.

Der mäßige Schnelläufer, Abb. 10, mit $D_e : D_a = 1$ erreicht bei denselben Verhältnissen für α und ϱ wie der Normalläufer die spezifischen Umlaufzahlen $n_s = 115$ bis 168 und 98 bis 144. Der ausgesprochene Schnelläufer (Herkulesturbine) in Abb. 11 mit $D_e : D_a = 0{,}5$ hat bei denselben Grenzen des Reibungswertes

Abb. 8 bis 11.
Einheitsgrößen der Francisturbinen.

Abb. 8. Normalläufer.

Abb. 9. Langsamläufer.

Abb. 10. Mäßiger Schnelläufer.

Abb. 11. Laufrad hoher Schnelläufigkeit (Herkulesturbine).

und des Austrittverlustes wie die vorher besprochenen Laufradarten die spezifischen Umlaufzahlen $n_s = 230$ bis 335 und 196 bis 287. Sehr erheblich kann hierbei die Schnelläufigkeit noch gesteigert werden durch Wahl eines großen Austrittverlustes und verstärkte Überdruckwirkung. So ergeben sich für das in Abb. 11 dargestellte Laufrad unter den Annahmen: $\delta_1 = 40°$, $\beta_1 = 140°$, $\varrho = 0{,}09$ und $\alpha = 0{,}12$ die spezifischen Umlaufzahlen $n_s = 524$ und 449.

Die in Abb. 8 und 10 dargestellten Bauarten des Normalläufers und des mäßigen Schnelläufers haben im allgemeinen die geringsten Reibungswerte ϱ aufzuweisen. Für den Langsamläufer vergrößert sich der Reibungswert wegen der längeren Schaufelkanäle, für den ausgesprochenen Schnelläufer durch Wirbelbildung infolge der stärkeren Krümmung. Da weiter, wie bereits erwähnt, der Reibungswert mit zunehmender Laufradgröße abnimmt, die Wirkungsgrade also zunehm wachsen die Einheitsgrößen mit Ausnahme der vom Wirku grad unabhängigen Wassermenge Q_I und insbesondere auch spezifische Umlaufzahl bei gleichem Austrittverlust, Durchmes verhältnis und Eintrittwinkeln mit der Turbinengröße.

Rechnungsbeispiel.

Ein Beispiel soll die Anwendung der Schaulinien erläut Für eine Kraftanlage dürfen aus einem Wasserfall bei 25 m fälle — wobei die Erhöhung des Gefälles infolge des Rück winnes durch ein kegeliges Saugrohr bereits berücksichtigt möge — 3000 kW an der Turbinenwelle entnommen werden. Die T binenwelle soll einen Drehstromerzeuger von $n = 300$ Uml./ antreiben.

Es ist $$n_I = \frac{n}{H^{1/2}} = \frac{300}{5} = 60$$

und $$N_I = \frac{N}{H^{3/2}} = \frac{3000}{125} = 24 \text{ kW}.$$

Damit ergibt sich die erforderliche spezifische Umlaufzahl für N

$$n_s = n_I \sqrt{N_I} = 294.$$

Die spezifische Umlaufzahl ist sehr hoch, es wird also eine T bine von großer Schnelläufigkeit erforderlich sein.

Wird gewählt: $D_e : D_a = 0{,}5$; $\beta_1 = 120°$; $\delta_1 = 20°$, so nach Abb. 7 der Wert $k_8 = 1{,}1$, und es ergibt sich

$$k_7 = \frac{n_s}{k_8}\frac{D_e}{D_a} = \frac{294 \cdot 0{,}5}{1{,}1} = 134.$$

Diesem Wert von k_7 entspricht nach Abb. 6 für den Reibun wert $\varrho = 0{,}12$, der bei der Größe der Turbine wohl erreicht w den dürfte, ein Austrittverlust von $\alpha = 0{,}05$. Nach Abb. 3 er sich $k_4 = 6$, und es folgt:

$$D_a^2 = \frac{N_I}{k_4} = \frac{24}{6} = 4; \quad D_a = 2 \text{ m}; \quad D_e = 1 \text{ m}.$$

Da für $\alpha = 0{,}05$ der Wert $k_1 = 0{,}78$ (gemäß Abb. 1) wird, so trägt die erforderliche Wassermenge

$$Q = k_1 D_a^2 H^{1/2} = 0{,}78 \cdot 4 \cdot 5 = 15{,}6 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Wird die Wassermenge auf mehrere, z. B. 4 parallel beitende Teilturbinen verteilt, die der vorher berechneten Ein turbine geometrisch ähnlich sind, so leisten die Teilturbinen 1 m Gefälle je $N_{IT} = \frac{N_I}{4} = 6$ kW. Bei der Berechnung ist a zu beachten, daß der Reibungswert mit der Verkleinerung Turbine wächst, und zwar werde als voraussichtlich zutreffen Wert $\varrho = 0{,}18$ angenommen.

Die spezifische Umlaufzahl der Teilturbinen beträgt, vorher die der geometrisch ähnlichen Einzelturbine, $n_{sT} =$ Der entsprechende Wert $k_7 = 134$ wird aber bei $\varrho = 0{,}18$ erst $\alpha = 0{,}08$ erreicht. Auch für die Berechnung der Abmessun muß der geänderte Reibungswert berücksichtigt werden. Abb. 3 ergibt sich für $\varrho = 0{,}18$ und $\alpha = 0{,}08$ der Wert $k_4 = 6{,}75$ Hieraus folgt

$$D_a^2 = \frac{N_{IT}}{k_4} = \frac{6}{6{,}75} = 0{,}89; \quad D_a = \text{rd. } 0{,}95 \text{ m}; \quad D_e = \text{rd. } 0{,}5 \text{ m};$$

da sich der Wert $k_1 = 0{,}985$ ergibt, wird die erforderliche Wassermenge

$$Q = 4 \cdot 0{,}985 \cdot 0{,}89 \cdot 5 = 17{,}4 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Da weiter $N_{IT} = \frac{N_I}{4}$ ist, so folgt

$$n_{sT} = n_I \sqrt{\frac{N_I}{4}}.$$

Hieraus

$$n_I = \frac{n_{sT}\sqrt{4}}{\sqrt{N_I}},$$

d. h. n_I und damit auch die Umlaufzahl n erhöht sich auf das Doppelte. Statt eines Drehstromerzeugers mit 300 Uml./min kann ein solcher mit 600 Uml./min gewählt werden. Die durch die Teilung in 4 Teilturbinen erreichte Verdoppelung der Umlaufzahl macht aber infolge des durch die kleineren Abmessungen erhöhten Reibungswertes eine wesentliche Vergrößerung der Wassermenge notwendig. [1386]

R U N D S C H A U.

Aus dem Ausland.

Mathematik und Mechanik.

eue Wärmediagramme für Ammoniak und Kohlensäure.

Im National Bureau of Standards in Washington im letzten Jahrzehnt die thermodynamischen Eigenschaften des oniaks eingehend untersucht worden. Das Ergebnis liegt vor in n neuen Wärmediagramm, das E. F. Mueller in „Refrigerating neering" (9, S. 1, 1922) veröffentlicht. Schon vorher haben E. ueller und C. H. Meyers in der gleichen Zeitschrift (7, S. 419, die geeignetste Diagrammform für Ammoniak erörtert. Die Ver- r bemerken, daß die im Jahrgang 1904 dieser Zeitschrift (S. 271) ver- tlichte Originalarbeit von Mollier in Amerika und England fast o unbekannt sei, wie deren Inhalt allgemein angewendet. Mollier damals nicht nur das unter seinem Namen bekannte Gesamtwärme- opie-Diagramm (i, s-Diagramm) angegeben, sondern auch ein Druck- ntwärme-Diagramm (p, i-Diagramm). Während das erstere sich nders für Wasserdampf eignet, ist das letztere für Kälteprozesse . mit Kohlensäure) vorteilhafter. In der amerikanischen Arbeit zunächst gezeigt, wie schlecht bei dem i, s-Diagramm für Ammoniak chtwinkligen Koordinaten das Diagrammnetz ausgenutzt wird (nur wa 1/6 der Gesamtfläche); durch die ebenfalls bereits von Mollier schlagene Anordnung in schiefen Koordinaten wird das Netz be- viel besser ausgefüllt. Von den zahlreichen in der englischen Lite- vorgeschlagenen Diagrammarten finden die Verfasser schließlich arstellung mit log p als Abszisse und i als Ordinate nach Callen- [1]) für Ammoniak am geeignetsten. Da deutsche Verdienste im aus- schen Schrifttum vielfach verkleinert oder unterdrückt werden, ver- es hervorgehoben zu werden, daß die Verfasser empfehlen, jedes amm, bei dem die Gesamtwärme (Wärmeinhalt) die eine Koordi- ist, gleichviel welche Größe als zweite Koordinate gewählt wird, als Mollier-Diagramm zu bezeichnen.

Muellers Diagramm für Ammoniak (mit log$p$ als Abszissen und i als Ordinaten) läßt die Vorteile der Darstellungsweise klar erkennen. Das ganze Blatt ist mit recht gleichmäßig angeordneten Linienscharen völlig erfüllt und umfaßt das Gebiet von 0,7 bis 21 at und von —30 bis +215°C, entsprechend einem Wärmebereich von etwa 470 kcal für 1 kg arbeitendes Ammoniak. Es ist ferner die baldige Herausgabe einer ausführlichen Tabelle durch das Bureau of standards angekündigt. Eine solche würde eine bequeme Umrechnung der in englischem Maß angegebenen Werte in deutsche Maße und die Ausarbeitung eines auch in Deutschland unmittelbar verwendbaren Diagramms ermöglichen.

Abb. 1. Spezifische Wärme konstanten Druckes von Ammoniakdampf.

$p =$ 0 cm Q.-S.	VI $p =$ 405 cm Q.-S.
$p =$ 88 „ „	VII $p =$ 710 „ „
$p =$ 76 „ „	VIII $p =$ 1040 „ „
$p =$ 150 „ „	IX $p =$ 1510 „ „
$p =$ 230 „ „	

Die sämtlichen Werte des Diagramms beruhen auf Messungen des u of standards. Das letzte Glied der erforderlichen Unter- ngen bildete eine Bestimmung der spezifischen Wärme c_p des tzten Ammoniakdampfes, deren ausführliche Veröffentlichung in ht gestellt wird, und deren Ergebnis in Abb. 1 wiedergegeben Die Isobarenschar hat genau den gleichen Verlauf, wie er zuerst sc. Knoblauch und M. Jakob[2]) für Wasserdampf durch che festgestellt worden ist. Wir haben auf Grund dieser Ver- die nun auch für Ammoniak gefundene Gesetzmäßigkeit schon im 1906 für alle mehratomigen Gase und Dämpfe vorausgesagt[3]) rklärt.

chließlich sei noch auf ein neues p, i-Diagramm für Kohlensäure riesen, das von H. J. Macintire ebenfalls in „Refrigerating ering" (9, S. 12, 1922) veröffentlicht worden ist, sich von 14 bis und von — 29 bis 99 ° C, d. i. über einen Wärmebereich von 100 kcal für 1 kg arbeitende Kohlensäure, erstreckt und auf hen von Jenkins und seinen Mitarbeitern beruht. Diese sollen elbar die latente und die spezifische Wärme des Gases, die Ge- ärme, die Ausdehnungskoeffizienten und den Thomson-Joule- der Flüssigkeit gemessen und deren Ergebnisse durch Drossel- versuche bei Überhitzung, im flüssigen Zustand und oberhalb der kritischen Temperatur nachgeprüft und gesichert haben.

[1692] Max Jakob.

[1]) The Callender steam tables: Longmans, Green & Co. 1915.
[2]) Sitzungsber. d. math.-phys. Kl. d. Bayer. Akad. d. Wiss. 35 S. 441, 1905.
[3]) Forschungsarb. Heft 35 u. 36, S. 152, 1906 und Z. 1907 S. 131.

Integraphen[1]).

Unter Integraphen versteht man eine besondere Art von Integrationsgeräten, die nicht nur die Ausmessung von Kurven und Flächen, sondern auch unbestimmte Integrale und die Auflösung von Differentialgleichungen liefern. Sie haben sich aus jenen einfacheren Formen erst allmählich entwickelt, und besonders Prof. Pascal in Neapel hat in den letzten Jahren viele neue Konstruktionen erfunden und Richtpunkte für die planmäßige Ausbildung aufgestellt.

Den Gang der Entwicklung kann man an dem Beispiel des einfachsten aller Planimeter, dem Schneidenplanimeter von Prytz, deutlich erkennen. Dieses allerdings kaum zu den Präzisionsinstrumenten zu rechnende einfache Gerät wird von einer an ihren beiden Enden rechtwinklig umgebogenen Stange gebildet. Von diesen beiden Ansätzen, mit denen sie auf das Zeichenblatt gestellt wird, endet der eine in einer Spitze, der andre in einer Schneide, die zur Sichtbarmachung von Marken vor und nach der Messung in das Papier eingedrückt wird. Der Abstand der beiden Marken liefert in roher Annäherung den Flächeninhalt der von der Spitze umfahrenen Figur in Einheiten der Stangenlänge. An die Stelle der Schneide kann ein scharfrandiges Rädchen treten, das sich bei einem von Fieguth konstruierten kleinen Gerät auf einem seitlich senkrecht angesetzten Arme verschieben kann. Die an einer Teilung abgelesene Verschiebung, mit der Länge der Stange multipliziert, ergibt die Fläche der umfahrenen Figur. Man kann sogar dieses kleine Gerät bereits als Integraphen benutzen, wenn man die von der Schneide oder dem Rädchen beschriebene Kurve betrachtet, und die Differentialgleichung angeben, die integriert wird, wie es A. Scribanti getan hat. Aber die von Pascal gemachten Änderungen geben etwas viel Allgemeineres und Vollständigeres.

Das scharfrandige Rädchen (Integrierrädchen) wird bei den sogenannten cartesischen Integraphen an einem kleinen Wagen C angebracht, Abb. 2, der auf einer Schiene mit zwei hintereinander stehenden Rädchen läuft, und zwar so, daß es immer in der Richtung der Fahrstange L steht, die sich um einen am Wagen befestigten Zapfen dreht. (Allgemeiner kann auch das Rädchen einen festen, aber verstellbaren Winkel mit der Fahrstange bilden.) Die Schiene ruht nun auf zwei Rollen M und N an ihren beiden Enden, so daß sie vorwärts und rückwärts gefahren werden kann. Der Fahrarm L trägt eine Teilung und die Spitze P, mit der die vorgelegte Kurve Q (Differentialkurve) verfolgt wird, die auf dem Arme verschiebbar ist und an einer gewünschten Stelle festgeklemmt werden kann. Eine Schreibfeder, die in fester Verbindung mit dem kleinen Wagen steht, zeichnet die (aus praktischer Notwendigkeit seitlich etwas verschobene) Kurve auf, die der Auflagepunkt des Rädchens beschreibt: die Integralkurve R. Das Integrierrädchen dreht sich in der Richtung seiner Bewegung; einer Bewegung in einer andern Richtung setzt es wegen seines scharfen Randes einen Widerstand entgegen, wodurch der Wagen, an dem es sitzt, einen Zug oder Druck empfängt und auf seiner Schiene gleitet. Außerdem wird (durch die Führung der Spitze längs der Differentialkurve) mit dem Fahrarm das ganze Instrument auf seinen Rollen in Bewegung gesetzt.

Abb. 2. Cartesischer Integraph nach Pascal.

Andre Integraphen haben zwei Schienen, die durch Querstücke zu einem rechteckigen Rahmen verbunden sind. Dieser Rahmen ruht auf zwei Rollen an seinen Schmalseiten und kann hin und her gefahren werden wie ein Rollplanimeter. Beide Schienen tragen kleine Wagen, den Differentialwagen und den Integralwagen. Am ersteren ist der Differentialstift zum Verfolgen der Differentialkurve, am andern die Schreibfeder befestigt, die dieselbe Kurve wie das am gleichen Wagen befindliche Integrierrädchen auf der Zeichnungsebene beschreibt. Die Bewegung des Integralwagens wird dadurch von der des Differentialwagens abhängig, daß beide Wagen durch eine Stange (Direktrix) verbunden sind.

Hier sind verschiedene Möglichkeiten gegeben: Einmal kann diese Stange, die also dem Fahrarm des vorigen Apparates entspricht, um den

[1]) Auszug aus einem ausführlichen Bericht in der Ztschr. f. angew. Math. u. Mech. vom Dezember 1922 S. 458.

Integralwagen drehbar sein, während sie in ihrer Richtung über den Differentialwagen in einer an diesem vorhandenen Hülse verschiebbar ist, oder umgekehrt: es kann der Differentialwagen den Drehzapfen tragen, und der Integrationswagen die Hülse, durch die sich die Stange schiebt. Bei dem ältesten Integraphen liegt der Drehpunkt der Direktrix in keinem der Wagen, sondern in einem andern mit dem Rahmen fest verbundenen Punkte. Es gibt aber auch Geräte mit beweglichem Zapfen.

Weitere Unterschiede sind durch die Form der Stange bedingt, die nicht geradlinig, sondern nach einer bestimmten Kurve gebogen ist. Wieder bei andern ist die geradlinige Schiene des Integralwagens durch eine gekrümmte Schiene ersetzt. Die genannten Geräte entsprechen den Linearplanimetern. Die Polarplanimeter können in gewisser Weise als Vorbilder der Polarintegraphen aufgefaßt werden, bei denen wieder dieselben Abänderungen vorgenommen werden können, wie bei den beschriebenen cartesischen Integraphen.

Bei den Polarintegraphen, Abb. 3, ruht ein Kreissektor OBC mit einem festen Schenkel OB und einem um einen gewünschten Winkel ω verstellbaren Schenkel (Halbmesser) OE auf einem Mittelpunkt und auf einer Rolle M am Ende des festen Schenkels. Der dritte

Abb. 3. Polarintegraph von Pascal

Stützpunkt wird von dem Integrierrädchen L gebildet, dessen Wagen H auf einer Schiene des verstellbaren Halbmessers läuft, während der Differentialwagen G auf einer Schiene längs des festen Schenkels sich bewegt. Das ganze Gerät kann nur eine Drehbewegung um das Zentrum O ausführen. Die Wagen sind bei dem von Pascal konstruierten Integraphen durch eine gerade Schiene HG so verbunden, daß der Drehpunkt H im Integralwagen liegt und die Stange sich über den Differentialwagen G verschiebt.

Ausführlicher ist über die neueren Integraphen in der Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik 1922 S. 458 berichtet. Hier sei nur noch kurz auf die Anwendungen verwiesen. Die Geräte integrieren lineare Differentialgleichungen und solche höherer Ordnung, insbesondere die Riccatische und die Abelsche Differentialgleichung. Sie ergeben die Flugbahn eines Geschosses in einem Mittel von beliebigem Widerstand, wenn das Gesetz des Widerstandes in Kurvenform vorliegt, ferner noch andre Integrale, die in der Ballistik vorkommen. Ferner erhält man Kurven für die elliptischen Integrale erster und zweiter Gattung (mit dem Polarintegraphen) und die Lösung der Volterraschen Integralgleichung. Mit einem Integraphen gelingt die Quadratur des Produktes zweier Funktionen. Die Auflösung algebraischer Gleichungen wird von mehreren Geräten geleistet. Endlich können sie auch für Kurvenzeichnungen verwendet werden. Hier sind die Parabel, die Exponentialkurve, die Kettenlinie, Spiralen, die Konchoide der logarithmischen Spirale zu erwähnen. Die Teilung des Winkels und die graphische Konstruktion der Zahl π seien zum Schluß hervorgehoben.

Potsdam. [1677] A. Galle.

Elektrotechnik.

Das Caribou-Kraftwerk in Kalifornien.

Das Caribou-Kraftwerk der Great Western Power Co. in Kalifornien wurde 1921 in Betrieb genommen und ist die größte Wasserkraftanlage am Nordarm des Featherflusses zwischen dem Staubecken des Almanorsees und dem Sacramentotal bei Oroville. In diesem Flußabschnitt mit 1310 m Gefälle können jetzt 369 Mill. m³ gestaut werden, durch Erhöhen des Dammes um 13,7 m sogar 1543 Mill. m³.

Der Überlauf des Staubeckens liegt 1356 m ü. M. Vom Almanorsee wird das Wasser durch einen 3413 m langen Tunnel von 2,13 × 2,13 m² Querschnitt nach dem Butt Valley geführt und von da durch den Butt Creek nach dem 9,65 km entfernten Vorbecken mit 2,09 Mill. m³ Inhalt, aus dem es durch einen zweiten 2804 m langen Tunnel längs dem Hügel oberhalb des Kraftwerkes fließt. Dieser zweite Tunnel mit 3 m Dmr. ist mit Beton ausgekleidet und endet in dem Druckstollen, der auf 30,4 m Länge mit 28° Neigung durch den Felsen getrieben worden ist; er ist mit Eisenbeton verkleidet, durch ein 4,7 mm dickes Blechrohr von 3,35 m Dmr. bewehrt und schließlich mit einer Betonschutzschicht im Innern versehen.

Abb. 4 und 5. Maschinenhaus des Werkes Caribou.

Erklärung zu Abb. 4 und 5.

binendynamos 22 000 kVA
hasentransformator 7500 kVA
halter für 11 000 V
nelschienen für 11 000 V
halter für 165 000 V
nmelschienen für 165 000 V
W-Erregermaschinen

h 1650 kVA-Erregertransformatoren
i Stufenwiderstände für die Hauptdynamos
k Stufenwiderstände für die Erregermaschinen
l Transformatoren für Eigenbedarf
m Ausbessergruben

or dem Druckstollen befindet sich das zylindrische Wasserschloß 14 m Dmr., das bis 15,2 m über den Regelwasserstand im Tunnel An den Druckstollen schließen sich drei Rohre mit 1,68 m Dmr. an, nächst gegabelt und weiterhin nochmals in die beiden 1,07 m Anschlußrohre für die vier Laufräder der im ersten Ausbau aufllten beiden Maschinensätze geteilt sind.

as in Eisenbeton errichtete Maschinenhaus, Abb. 4 und 5, soll nach Ausbau sechs 22.000 kVA-Stromerzeugern Raum bieten. Es ist hoch, 31,6 m breit und vorläufig 53,6 m lang. Die endgültige soll ungefähr 93,8 m betragen. Die Maschinenwellen laufen in agern und tragen an jedem Ende ein Peltonrad für 307,8 m Ge- Diese Räder haben je 15 000 PS Leistung und eine Düse von n Dmr. mit einem vom Regler und durch den Wasserdruck beein- Sicherheitsventil. Bei geschlossener Düse beträgt der Wasser- 32,6 at.

ie Stromerzeuger arbeiten mit 60 Per./s. und 11 000 V bei Uml./min. Zu ihnen gehört je ein Satz von drei Einphasen-Transforn, ein siebenter Transformator dient als Aushilfe. Die Transforn sind auf der Niederspannungsseite in Dreieck, auf der Oberngsseite in Stern geschaltet. Auf beiden Seiten befinden sich te Sammelschienensätze. Auf der Oberspannungsseite sind sie in übereinander liegenden Stockwerken untergebracht. Zur Befesti- dienen zehngliedrige Hängeisolatoren. Die Sammelschienen sind drei voneinander isolierte Schaltgruppen unterteilt. Als Hochng wurden anstatt einer noch höheren Spannung 165 000 V gewählt, n mit dieser Spannung bereits gute Erfahrungen gemacht hatte, ür die Isolation der Fernleitung ist nach eingehenden Versuchen, f Grund der Untersuchungen von Ryan über die Spannungsver- an den Gliedern der Hängeisolatoren angestellt worden waren, sonderer Spannungsverteiler eine Scheibe von 30,5 cm Dmr. mit eingewalzten Kreisnuten gewählt worden. Hierdurch hat man pannung am ersten Gliede des Hängeisolators (vom Seil aus ge-t) von 19 500 auf 14 000 V herabgesetzt und beim zweiten Gliede

b. 6. Leitungsmasten auf Talstrecke der Fernleitung.

Abb. 7. Abspannisolatoren für die Überquerung der Carquinez-Meeresstraße.

1500 auf 15 000 erhöht. An allen anderen Gliedern mit Ausnahme icht am Mast befindlichen sinkt nach und nach die Spannung nen geringen Betrag. Diese Schutzschilde verhindern selbst bei m Anschwellen der Spannung und Auftreten von Koronastrahlen eitungsdraht ein Überschlagen über die Isolatoren.

er Durchmesser des Leitungsdrahtes wurde mit Rücksicht auf averluste für die einzelnen Abschnitte verschieden bemessen, da öhenunterschiede beträchtlich sind. Das Werk selbst liegt 914 m von dort bis Oroville, 457 m ü. M., verläuft die Leitung auf n Strecke allmählich, von Oroville steil bergab bis auf 76,2 m ü. M., r den Rest der Strecke wieder bis auf 152 m ü. M. anzusteigen. iesem Grunde wurde bei Oroville der Durchmesser der einzelnen von 21,9 mm auf 18,8 mm verkleinert. Es sind Stahl-Aluminium- verlegt worden, die aus 30 Aluminium- und 7 Stahldrähten be-. Die Leitfähigkeit der dünneren Seile entspricht der eines rdrahtes von rd. 10 mm Dmr.

uf der Gebirgstrecke bis Oroville, die durch ihre Schneestürme nt ist, wurden Turmmaste in Eisenkonstruktion verwendet, bei die Seile in einer wagerechten Ebene liegen. Auf der Tal-e wurden die Leiter im gleichseitigen Dreieck angeordnet, Abb. 6. reckenwinkeln von mehr als 20° wurden besondere Abspannmasten t, sonst genügte die Anordnung der Isolatoren in Form eines umrten V in je rd. 1,5 km Abstand.

Eine der schwierigsten Aufgaben beim Bau der Leitung war die Überführung über die Carquinez-Meeresstraße an der oberen Bucht von San Francisco, wo die Leitung 1442 m freie Spannweite hat und zur Flutzeit 62,7 m über dem Wasserspiegel liegt. Die Strecke hat außer der Meeresstraße auch eine Eisenbahnlinie, eine Landstraße und eine Telephonleitung zu überqueren. Die Tragmasten zu beiden Seiten der Straße sind je 59,4 m hoch und tragen sechs Seile, und zwar drei an jeder Seite, deren senkrechter Abstand je 6 m und deren wagerechter Abstand 10,6 m beträgt. Die Abspannisolatoren, Abb. 7, bestehen je aus acht Ketten, deren jede 15 Einzelglieder von 254 mm Dmr. hat. Die Isolatorenketten sind an beiden Enden an einem Ring mit acht äußeren Speichen befestigt; die Ringe sind durch Spannbolzen und Drähte einmal mit dem Leitungsseil und am anderen Ende mit dem Mast verbunden. Geringe Änderungen im Durchhang können durch die Spannbolzen ausgeglichen werden. Zur Verbindung der einzelnen Isolatorenketten mit den Ringspeichen an der Mastseite dienen Spannbolzen und Schraubenfedern, die sorgfältig auf gleiche Länge und Zusammendrückung geprüft sind, damit der Gesamtzug gleichmäßig auf alle acht Ketten übertragen wird. Die gesamte Zugbelastung der Aufhängevorrichtung eines Leiters beträgt 7200 bis 9000 kg, je nach der Windstärke. Das insgesamt 61drähtige Seil besteht aus 37 verzinkten Stahldrähten, die den Zug aufnehmen, und 24 außenliegenden Aluminiumdrähten als elektrischen Leitern. Ein ganz aus Stahldrähten bestehendes Seil würde den elektrischen Widerstand entsprechend 24 km zusätzlicher Leitungslänge vergrößert haben.

Die Kosten der gesamten Anlage haben ungefähr 12,8 Mill. $ betragen. Die Fernleitung vom Caribou-Werk bis zur Carquinez-Straße kostete rd. 2,6 Mill. $. Die hohen Kosten erklären sich daraus, daß die Baustoffe noch zu Kriegspreisen eingekauft worden sind und man gezwungen war, mehr als 15 km Gleise mit Normalspur und etwa 21 km Gleise mit Schmalspur zu erbauen, außerdem eine 22 000 V-Linie zur Versorgung mit Licht und Kraft. Da man annimmt, daß der Einbau der dritten Turbinendynamo noch rd. 1 Mill. $ kosten wird, ergibt sich ein Gesamtaufwand von rd. 13,8 Mill. $ für rd. 60 000 kW Ausbauleistung. Da das Werk wegen des riesigen Stauvermögens des Almanorsees während des ganzen Jahres vollbelastet arbeiten kann, betragen die Kosten aus dem aufgewandten Kapital bei Ausbau auf 60 000 kW (halbem Gesamtausbau) etwa 2,2 c/kWh. [1673] Sd.

Abb. 8.
Kohlensäure-Löscheinrichtung für Stromerzeuger.

a Rauchkamine
b Gegengewichtklappen
c Betätigungshebel
d Löschdüsen
e Luftfilter
f Streudüsen der Luftrückkühlung
g elektrische Auslösung
h Sperrklinke
i Lanzen- und Knierohr
k Scheidewand aus Kupferblech
l Abzweigung für den zweiten Stromerzeuger
m Kohlensäure-Gasbehälter.

Kohlensäure-Feuerlöscher für Stromerzeuger.

T. H. Soren hat im Elektrizitätswerk Hartford, Connecticut, Ver. St. N. A., eingehende Versuche mit einer Kohlensäure-Feuerlöschvorrichtung an einem 20 000 kW-Stromerzeuger durchgeführt. Der Kohlensäurelöscher ist zum Teil in die Kühlluftanlage der Maschine eingebaut, Abb. 8. Die Kühlluft wird dem Gehäuse an beiden Enden von unten zugeführt und in der Mitte wieder abgeleitet. Unter Verwendung mehrerer Verschlußklappen ist der Kreislauf offen oder geschlossen; bei geschlossenem Kreislauf streicht die Kühlluft durch einen mit Zerstäuberdüsen arbeitenden Rückkühler und Reiniger, während bei offenem Luftweg die erwärmte Luft unter die Kesselfeuerung geleitet werden kann.

Die Feuerlöschanlage besteht aus einem zylindrischen CO_2-Behälter, der bei 14 at Druck rd. 70 m³ Gas liefert; daneben sind noch rd. 2000 m³/min Kühlluft verfügbar, so daß das Gasmischungsverhältnis be-

liebig verändert werden kann. Von diesem Behälter führt ein Steigrohr mit einem verschließbaren Knierohr zu einem in den Stromerzeuger unterhalb des Luftzutritts eingebauten Düsenrohr. Zur selbsttätigen Feuermeldung dient ein senkrechtes Doppelrohr, das längs der Dynamowicklung nach oben geführt ist und durch eine mit Gegengewichten beschwerte Klappe bei Auslösung der Löschvorrichtung selbsttätig geschlossen wird. Gleichzeitig wird auch das Düsenrohr für das Kühlwasser im Luftschacht wegen der hohen Gasabsorptionsfähigkeit des Wassers geschlossen.

Die Einrichtung zum raschen und sicheren Öffnen des Gasstromes besteht in folgendem: Unterhalb des Knierohres befindet sich eine dünne Scheidewand (Diaphragma) aus Kupferblech, über der eine Lanzenspitze durch ein Gegengewicht hochgehalten wird. Der Feuerlöscher wird nun durch einen an der Maschine angebrachten Handhebel derart betätigt, daß die Lanzenspitze hinabfällt und die Blechscheibe durchbohrt. Die Löschvorrichtung kann auch selbsttätig mittels eines Differentialrelais ausgelöst werden, das eine Sperrklinke am oberen Rohrverschluß freigibt. Die in „Electrical World“ vom 18. November 1922 mitgeteilten Versuchsergebnisse zeigen, daß das erforderliche Gasmischungsverhältnis von 1 : 10 bereits fünf Sekunden nach erfolgter Auslösung des Feuerlöschers erreicht wird. [1610] Rb.

Verkehrswesen.

Neuere Bestrebungen im britischen Lokomotivbau.

Die 2 C-Lokomotiven haben in Großbritannien nicht die Verbreitung wie bei uns gefunden. Dank schweren Oberbaues und leichter Wagen kamen manche Bahnen noch mit 2 B 1-Lokomotiven aus. Jetzt sind aber aus wirtschaftlichen Gründen schwere Schnellzüge erforderlich. Auf die 2 C 1-Lokomotive der englischen Nordbahn ist nun die gleiche Bauart auch bei der Nordostbahn gefolgt, so daß jetzt einschließlich der schon im Jahre 1908 für die Westbahn vereinzelt gebauten Pacific-lokomotiven „The Great Bear“ drei englische Bahnen über starke Schnellzuglokomotiven verfügen.

Beide neuen Pacificbauarten haben infolge der hohen Räder langen, festen Radstand. Da jedoch der Schleppradstand gering ist, mußte zum Gewichtausgleich die vordere Rohrwand dem Drehgestell nahe gerückt werden, was eine große Kessellänge ergab. Man wählte deshalb weite Heizrohre von 57 mm äußerem Durchmesser und ordnete eine Verbrennkammer in der Feuerbüchse an, deren Zweck ja in der Verminderung der Rohrlänge sowie in der Vergrößerung des Feuerbüchsinhaltes besteht. Besonders bei den langflammigen englischen Kohlen muß ein großer Feuerbüchsraum geschaffen werden, damit die Heizgase vor der Eintritt in die Heizrohre ausgebrannt sind. In Amerika rechnet man auf 1 m² Rostfläche 1,37 m³ Feuerbüchsinhalt, während man bei englischen Kohlen wohl auf 1,5 m³ gehen muß, was der Ausführung zu entsprechen scheint.

Beide Lokomotiven haben drei auf dieselbe Achse wirkende Zylinder auf Grund der guten englischen Erfahrungen mit dieser Anordnung. Während Gresley auf der Nordbahn-Lokomotive seine bekannte Verbundsteuerung benutzt, hat die Nordostbahn wie früher drei in einem Stück gegossene Zylinder und drei getrennte Stephenson-Steuerungen. Die sechs Exzenter auf der Treibachse nehmen so viel Platz ein, daß die vorteilhafte Ausführung schräger Kurbelarme nicht möglich ist. Die Nordostbahn nutzt demnach die Vorteile der Drillingsmaschine nicht ganz aus.

Von der älteren Pacific-Lokomotive der Westbahn sei des Vergleiches wegen erwähnt, daß sie vier Hochdruckzylinder hat und die Außenschieber durch Umkehrhebel von innen antreibt. Diese Hebel liegen **vor** dem Zylinder, was von uns schon lange verlassen ist, weil es das Ausbauen der Schieber erschwert und zu ungenauer Dampfverteilung führt.

In Zahlentafel 1 sind die Hauptabmessungen einiger neuerer englischer Lokomotiven angeführt. [M 363]

F. Meinecke.

Flugzeugforschung in England.

Dem Jahresbericht der staatlichen Versuchsanstalt in Farnbo
der auf der Luftverkehrs-Konferenz am 6. und 7. Februar d. J
getragen wurde[1]), entnehmen wir, daß namentlich die schon im v
Jahr[2]) erwähnten Versuche mit Schwerölbetrieb bei Flugmotoren
wärts gekommen sind. Die Anstalt hat einen Einzylinder-Flug
untersucht, der nach dem Dieselverfahren ohne Lufteinspritzung ar
und daran bei Betrieb mit Schieferöl bei 1000 Uml./min 7,84 at mit
Kolbendruck und 188 g/PS_eh Verbrauch festgestellt. Die Ma
ist mit einer besonders gestalteten Brennstoffdüse versehen und
mit 210 bis 280 at Einspritzdruck betrieben. Auch bei Beardmore
haben Versuche an einer Einzylindermaschine begonnen, deren
stoffpumpe mit Schlageinspritzung arbeitet. Versuche an Flugm
während des Fluges sind durch die Einrichtung von Callendar erlei
worden, die ermöglicht, das von der Maschine angesaugte Luftg
unabhängig von Temperatur und Druck auf elektrischem Wege zu
sen. Versuche mit englischen Zünddynamos, namentlich hinsic
der Verwendung von Kobaltstahl für Magnete und hinsichtlic
Verhaltens der Hartgummiteile und Sicherheitsfunkenstrecken, w
gemeinsam mit der einschlägigen Industrie ausgeführt.

Die Arbeiten auf dem Gebiet der eigentlichen Flugzeuge bet
vor allem die Ausbildung der Flügel und Steuereinrichtungen für I
geschwindigkeiten von nicht mehr als 64 km/h. Mittels eines besc
großen Ruders ist es möglich gewesen, einen gleichmäßigen Gl
mit 40° Anstellwinkel ohne Versagen der Steuerfähigkeit auszuf
Von der Verwendung zweier unmittelbar hintereinander laufenden
schrauben, die nach einem Vorschlag von G. T. R. Hill vorerst au
Boden geprüft worden sind, verspricht man sich anscheinend nich
da bei Umfangsgeschwindigkeiten über 255 m/s erhebliche Kraftv
eintreten. Dagegen wird die Herstellung von Luftschrauben für g
Leistungen aus Metall, deren Wirkungsgrad mindestens demjenige
hölzernen Luftschrauben gleichkommt, als gelöst angesehen. Ma
spricht sich hiervon nicht allein die Behebung der Schwierigl
denen man bisher bei der Herstellung von größeren Luftschraub
abnehmbaren Flügeln begegnet ist, sondern auch einen Fortschr
Bau von Luftschrauben mit veränderlicher Steigung, um eine
lässige Verbindung der Flügel mit der Nabe zu erreichen. [1

[1]) „The Engineer“ 9. Februar 1923.
[2]) Z. 1922 S. 182.

Zahlentafel 1. Konstruktionszahlen neuerer englischer Lokomoti

Bahn	Zentral	Nord-ost	Kale-donische	Nord-britische	West	Ost	Ost	Nord	Nord	Nord-ost
Bauart	2 C	2 C	2 C	2 B 1	1 D	2 C	C	1 C	2 C 1	2 C 1
Zylinderzahl	4	3	3	2	2	2	2	3	3	3
Zyl.-Dmr. mm	406	470	470	533	483	510	510	470	510	483
Hub „	660	660	660	711	762	711	711	660	660	660
Steuerung (Kolbenschieber)	Stephenson	Stephenson	Heusinger	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Stephenson	Heusinger	Heusinger	Stephenson
Rad-Dmr. Treibachse mm	1720	1720	1850	2050	1720	1980	1500	1720	2030	2030
Rad-Dmr. vord. Laufachse „	1067	950	1057	1067	960	990	—	960	960	950
Rad-Dmr. hintere „ „	—	—	—	1300	—	—	—	—	1120	1150
Dampfdruck kg/mm	12,7	12,7	12,7	12,7	16	12,7	12,7	12,7	12,7	14,2
Kessel-Dmr. mm	1610	1670	1710	1670	1670	1520	1520	1820	1750	1820
Heizrohrlänge m	5,4	4,95	4,9	4,7	4,65	3,92	3,92	3,65	5,8	6,4
wasserberührte Heizflächen:										
Feuerbüchse m²	17,3	17,8	18,3	19,9	18,3	15,5	15,5	19,6	23,1	22,7
Rohre „	204,7	150,2	236,7	174,1	221,7	157,5	157,5	185,4	292,9	237,3
verdampfende „	220	168	255	194	240	173	173	205	316	260
Überhitzer „	37	57	29	41	35	31	31	44	57	75
insgesamt „	257	225	284	235	275	204	204	249	373	335
Rostfläche m²	2,8	2,9	3,07	3,07	3,28	2,85	2,85	3,02	4,45	4,4
freie Rostfläche „	0,95	0,7	0,73	2,0	1,4	1,38	1,38	0,87	1,2	—
Belastungen:										
Treibachsen t	60	60	61	40,5	75	44	56	61	61	61
vordere Laufachse oder Drehgestell „	21	21	21	18	9	21	—	12	17,5	19
hintere Laufachsen „	—	—	—	19,5	—	—	—	—	15,5	18
Dienstgewicht „	81	81	82	78	84	65	56	73	94	98
Tender:										
Wasservorrat t	18	18,6	20	19	16	16,6	16	16	22,5	18,6
Kohlenvorrat „	6	5,3	5,7	7	5	4	5,2	6,6	5,2	5,6
Dienstgewicht „	49	46	43	47	41	38	39	44	57	57

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Schwedische Finanz- und Außenhandelsfragen.

Schweden ist wirtschaftsgeographisch in der Hauptsache nach en hin eingestellt. Dazu wird es veranlaßt durch die Abnehmer ndustrien, die die Ausnutzung der wirtschaftlichen Reichtümer be- n. Die Holzindustrie, die seit der Mitte des letzten Jahrhunderts 'ührung im Lande übernahm, lebt vornehmlich von der Aus- nach England, die Holz verarbeitenden Industrien von der Aus- nach den englisch sprechenden Ländern überhaupt, vor allem m Deutschland hierbei so gut wie ganz (1 vH) ausgeschieden ist. Erzindustrie ist nach wie vor in der Hauptsache auf Deutschland stellt. Die Orientierung nach Osten, seit 1½ Jahrhunderten leb- befürwortet, beginnt erst jetzt infolge der Belebung und Neu- ierung des russischen Wirtschaftslebens sich vorsichtig einzuspielen. Ein lebendiges Spiegelbild dieser Einstellung sind wie stets Devisen an der Stockholmer Börse. Obgleich sich seit dem r merkbare Anzeichen in der Richtung auf eine bessere Kon- kturentwicklung herausgebildet haben, konnte sich diese gung dennoch nicht frei auswirken, weil die politischen Störungen tteleuropa auf das lebhafteste diesen Werdegang beeinflußt haben, ngen, neben denen die umfangreichen Arbeitstreitigkeiten im selber nur eine untergeordnete Rolle zu spielen vermögen. Ruhrbesetzung und die Arbeitsausstände in den schwedischen industrien haben in den ersten Monaten des Jahres 1923 die ver- ngsvollen Zukunftsaussichten nicht Wirklichkeit werden lassen. Dennoch hat auch diese Hemmung ihr Gutes, indem sich nach dem seprozeß der Depressionsjahre jetzt eine feste Grundlage für die e Entwicklung gebildet hat. Typisch für die Wechselkursentwick- ist, daß die Werte der mitteleuropäischen Länder, ders Frankreichs und Deutschlands, weiter zurückgegangen sind, auch in Deutschland die Stabilisierungsmaßnahmen der Reichsbank Februar zunächst einen Riegel für eine weitere Entwertung vor- oben haben. So ging z. B. der Kurs des französischen Franks in holm von 27 auf 23 Kr für 100 Frs herab.

Die Dollarnotierung behielt trotz der gegen Jahresende gerten Nachfrage — eine Erscheinung, die sich immer einstellt, der Hauptteil der jährlichen Baumwoll- und Weizenausfuhr den Vereinigten Staaten untergebracht ist — im wesentlichen Höhe bei. Daß der Dollar nicht weiter anstieg, wurde die Stützungsaktion der schwedischen Reichsbank ermög- die, als die Krone zu sinken begann, rechtzeitig Kronen- de im Ausland ankaufte und so die sinkende Krone wieder auffing. ollarnotierung in Stockholm hat nur zwischen 3,70 und 3,77 Kr/$ vankt, so daß sich die Goldparität von 3,73 aufrechterhielt. Im nen ist diese Unternehmung der schwedischen Reichsbank von sse für die ähnliche Bewegung der deutschen Reichsbank in den zwei Monaten. Durch ansehnliche Aufkäufe erreichte am vember der Bestand ausländischer Werte in Stockholm 70 Mill. Kr, Januar 158 Mill. Kr. Im Verlauf der Stützungsmaßnahmen sank große Bestand in ausländischen Forderungen auf 113 Mill. Kr Februar, wobei noch nicht abzusehen ist, wann ein Ende hierin it wird.

Der Geschäftsbericht der schwedischen Reichsbank zeigt 22 einen außerordentlichen Rückgang der „Ausgaben im Geschäfts- ir". Diese gingen von 55,9 Mill. Kr im Jahre 1920 auf 2,6 Mill. Kr ire 1922 herab. Der in der Bilanz ausgewiesene Goldbestand zeigt über 1921 nur eine geringe Minderung. Diese Entwicklung des estandes setzte besonders lebhaft seit 1912 ein. Damals betrug rchschnittliche Goldbestand 93,5 Mill. Kr, 1915 war er schon auf ill. Kr gestiegen und erreichte 1919 den Höhepunkt von Mill. Kr. Ansehnlich ist auch die Zunahme des Silberbestandes, n 2,7 Mill. Kr im Jahre 1920 auf 11,3 Mill. Kr im Jahre 1921 und Mill. Kr im Jahre 1922 anwuchs. Trotz des ziemlich unver- en Goldbestandes ist der Notenumlauf planmäßig weiter gesenkt n und weist einen Bestand von 584 Mill. Kr gegenüber 627 Mill. Kr ire 1921 und 759,8 Mill. Kr im Jahre 1920 aus. Ganz außerordent- st dafür die Zunahme der Kontokorrent-Kreditoren, deren Be- sich von 171,5 Mill. Kr im Jahre 1920 auf 389,4 Mill. Kr im Jahre choben hat.

Mit der Verbesserung der wirtschaftlichen Lage ging Hand in Hand teigerung der Großhandels-Indexziffer, wenn auch bisher nur um Punkte. Sie beruht hauptsächlich auf einer Steigerung der r von industriellen Rohstoffen und ist das Ergebnis der Steige- der nichtschwedischen Produktionskosten, besonders des Steigens reise für englische Kohle. Die Steigerung der Preise hat be- herweise auf die Wirtschaft eine anregende Wirkung gehabt.

Der schwedische Außenhandel zeigt mengenmäßig, un- ig von den Veränderungen des Goldwertes, wieder eine An- ng an die Verhältnisse von 1913. Die Ausfuhr hat diese Höhe der großen Nachfrage nach schwedischer Holzmasse, Papier olz erreicht, ungeachtet der geringen Ausfuhrmengen von seiten sen- und Stahlindustrie. Der Rückgang der Ausfuhrindexziffer nuar ist nicht schwerwiegend, da normalerweise in diesem Monat ahres die Ausfuhr infolge der durch das Gefrieren der Ostsee ndenen Verschiffungsverhältnisse gering ist.

Die Einfuhr, die in der letzten Hälfte des Jahres 1922 wegen der r größerer Rohwarenmengen eine sehr ansehnliche Höhe erreicht weist auf die Meinung der schwedischen Industrie über die klung der kommenden Marktlage hin: die Einfuhr hat seit Januar sten Mal wieder die Ausfuhr um 22,9 Mill. Kr überholt.

Aus wirtschaftsgeographischen Gründen bilden die Hauptbestandteile der schwedischen Ausfuhr zwei Warengruppen. Einmal sind es die Rohwaren und Halbfabrikate der Holz- und Eisenindustrie, anderseits sind es sehr hoch veredelte Qualitätsprodukte, wie Maschinen, Separatoren, Streichhölzer, Edelstähle usw., die vom Ausland bestellt werden.

Während im 18. Jahrhundert das Eisen die führende Ausfuhrware war, nimmt seit der Mitte des 19. Jahrhunderts die Holzproduktion und -verarbeitung, vor allem seit dem letzten Jahrzehnt Holzmasse und Papier, die führende Stellung in der schwedischen Ausfuhr ein. Ein Ausfluß der allerletzten Entwicklung ist der steigende Anteil der Maschinenindustrie.

Interessant ist es, den Anteil[1]) zu verfolgen, den die einzelnen Warengruppen im letzten Jahrzehnt an Ausfuhr einnahmen. Im ganzen ist der Anteil der Halbfabrikate von 1913 bis 1921 von 43,8 vH auf 37,5 vH zurückgegangen, während der der Ganzfabrikate von 26,4 auf 39,5 vH angestiegen ist. Zu einem gewissen Teil ist dieser verhältnismäßig hohe Anteil vor allem auf eine in diesen Jahren vorübergehende sehr lebhafte Ausfuhr von Fahrzeugen und Lokomotiven zurückzuführen. Absolut ist indessen der Anteil sämtlicher Wirtschaftszweige ansehnlich gestiegen.

Der Zug der Ausfuhr zu den Produkten der Ganzfabrikation zeigt sich am deutlichsten bei den Produkten der Holz-, Holzmasse- und Papierindustrie. Hier fand z. B. beim Zeitungspapier in der Zeit von 1913 bis 1920 eine Verdoppelung der Ausfuhrmenge statt.

In der Gruppe der Mineralien und mineralischen Produkte ist der Rückgang von 15,38 auf 10,69 vH in dieser Zeit vor allem auf eine Abnahme der Eisenerzausfuhr infolge der verhältnismäßig hohen Ausfuhrpreise zurückzuführen. Der Anteil der Mineraliengruppe an der Ausfuhr sank von 6,4 Mill. t 1913 auf 4,3 Mill. t 1921.

Wie schon oben erwähnt, wirkte sich die gleiche Tendenz in der Gruppe der Metalle und der aus ihnen gewonnenen Produkte aus. Der Anteil der letzteren an der Gesamtausfuhr stieg in der Zeit von 1911/13 bis 1920/21 von 20,19 auf 21,01 vH. Diese Steigerung ist auf die Zunahme innerhalb der Gruppen Eisen- und Stahlwaren, elektrische Maschinen und Apparate u. a. zurückzuführen.

Die geographische Verteilung der Ausfuhr auf die einzelnen Länder zeigt, daß Europa 1913 mit 87,86 vH die Führung hatte. Davon gingen ein Drittel nach England, ein Viertel nach Deutschland, der Rest nach Amerika (6 vH), Asien (2,4 vH), Afrika (2,3 vH) und Australien (1,2 vH). Während des Krieges änderten sich diese Verhältnisse aus begreiflichen Gründen erheblich zugunsten von Europa, dessen Anteil 1918 bis auf 94,5 vH gestiegen war. Nach dem Kriege fielen zunächst infolge der Währungsverhältnisse und der Gebietsverkleinerung Deutschlands die Mittelmächte immer mehr aus zugunsten von Frankreich, Polen und der Tschechoslowakei. Daher erklärt sich der starke Rückgang des deutschen Anteils von 19,5 vH 1912/13 auf 10,8 1921, während der von England sich fast unverändert zwischen 29,2 vH und 29,4 vH hielt. Dadurch ist die Stellung Deutschlands, eines der wichtigsten Ausfuhrmärkte Schwedens, dem Werte nach auf die Stellung eines Landes wie Norwegen herabgesunken.

Am auffallendsten ist die Steigerung des Anteils der Vereinigten Staaten von 4,2 vH auf 8,9 vH im gleichen Zeitraum. Diese Zunahme ist vor allem der erhöhten Zufuhr von Papier nach den Vereinigten Staaten zuzuschreiben. Es läßt sich annehmen, daß dieser Zustand auch weiter anhalten wird.

Verhältnismäßig am bedeutsamsten ist die Steigerung des asiatischen Anteils; er stieg von 2,4 vH (1912/13) auf 4,2 vH (1921). Am lebhaftesten ist die Zunahme der Ausfuhr nach Japan (0,8 vH auf 2 vH). Die zunehmende Bedeutung der außereuropäischen Märkte für Schweden hat einmal ihre Ursache in dem Ausbau des direkten Handelsweges mit diesen Ländern in den letzten Jahren, der zu nicht unbeträchtlichem Teil früher über England, zum Teil auch über Deutschland (Hamburg) ging. Während des Krieges waren die schwedischen Importeure und Exporteure gezwungen, diese Beziehungen anzuknüpfen und auszubauen, gestützt auf eine planmäßige Bereitstellung von Schiffahrtlinien nach diesen Ländern. Der Anteil der schwedischen Seeschiffahrt nach Afrika, Asien und Australien stieg daher von 3,2 vH im Jahre 1913 auf 3,88 vH im Jahre 1920. Der Anteil der Schiffahrt nach Amerika nahm sogar von 2,03 vH auf 11,14 vH zu, eine Steigerung, die, wie schon oben erwähnt, der lebhafteren Ausgestaltung der Beziehungen zu den Vereinigten Staaten zuzuschreiben ist.

Durch Extensivierung der Ausfuhr hat sich Schweden somit Ersatz für den Ausfall der valutaschwachen Länder zu schaffen gesucht. Mit der Veränderung der Abnehmer war notwendigerweise auch eine Umgruppierung der Ausfuhrzusammensetzung verbunden. Sie zeigt sich in der wachsenden Bedeutung der Ganz- und Halbfabrikate. Während die Rohstoffe zu 90 vH und mehr Absatz in Europa finden, gehen die Halbfabrikate und in noch höherem Maße die Ganzfabrikate nach den außereuropäischen Ländern. Z. B. verblieben von den unbearbeiteten Holzprodukten 1913 93,6 vH in Europa, während es von Papier nur 80 vH waren. 1921 war der Anteil Europas an der Papierausfuhr auf 61 vH gesunken, dagegen betrug der der unbearbeiteten Holzprodukte noch 91,4 vH. Die gleiche Erscheinung findet sich bei den anderen Warengruppen.

[1]) „Kommersiella Meddelanden" 1923, Heft 1 bis 5.

Schwedische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 48.

In Schweden machen sich die Folgen der Ruhrbesetzung durch eine erhebliche Steigerung des Kohlenpreises (englische Kohl s. S. 353) bemerkbar. Auch eine weitere Hebung des Holzpreises ist festzustellen.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel: (vergl. S. 247)
Kupfer . . . . am 26. März 8190 M/kg
Baumwolle . . am 26. März 15 113 M/kg
Dollar . . . . am 26. März 20 915 M/$
Aktienziffer . . am 23. März 879 415

Eine starke Stütze findet der schwedische Außenhandel in seiner Handelsflotte. Diese Aufgabe erfüllt sie trotz der zum Teil schwierigen klimatischen Lage, durch die die Schiffahrt des Ostseelandes je nach der geographischen Lage mehr oder weniger eingeschränkt wird, und trotz der Abhängigkeit im Kohlenbezug von England.

Schwedens Handelsflotte stand mit 996 000 t im Januar 1922 an elfter Stelle unter den Handelsflotten der Welt. (Nach dem Krieg hat sie einen großen Rückschlag erfahren.) Die Hälfte der Flotte entfällt auf Gotenburg und Stockholm, ihnen folgte 1915 Helsingborg, danach in großem Abstand Malmö, Landskrona und Gävle. In der Hauptsache sind die Fahrzeuge im Besitz einiger weniger großer Reedereien, von denen zwei auch eigene Werften besitzen. Stockholm ist der Sitz für die Ostsee- und Erzfahrt (Svea, Lulea, Ofoten) sowie einer Linie nach Amerika (Nordstjärnan). In Gotenburg am eisfreien Sund ist der natürliche Sitz der Überseereedereien nach Afrika und Australien (Transatlantik), Asien (Svenska Ostasiatiska), den Vereinigten Staaten (Svenska-Amerika).

* * *

Die Erschütterungen, die der deutsche Handel durch den Friedensvertrag erfahren hat, ließen infolge der Erfahrungen während des Krieges, wo Deutschland auf dem Weltmeer ausgeschieden war, die Hoffnung aufkommen, daß man die Rolle, die Hamburg als Vermittler für den Handel mit den Ostseegebieten innehatte, durchbrechen, wenn nicht für Skandinavien beseitigen könne. Zuerst zeigte sich dies Streben in Kopenhagen, wo man unter Hinweis auf Lage und Beziehungen schon längere Zeit die Entwicklung eines Freihafens betrieb. In der Zwischenzeit haben auch die schwedischen Großhäfen Gotenburg, Stockholm und Malmö ähnliche Maßregeln ergriffen und zum Teil schon gut eingerichtete Freihäfen geschaffen. Unter den schwedischen Häfen hat Gotenburg die günstigsten Voraussetzungen, da Zufuhr wie Ausfuhr im besten Verhältnis zueinander stehen; danach folgt Malmö, während für Stockholm die Verhältnisse am einseitigsten und ungünstigsten liegen. Sie ähneln darin Kopenhagen. Trotz ähnliche[r] [Un]gunst ist Malmös Hafenbetrieb verhältnismäßig schneller als der [von] Gotenburg und Stockholm gewachsen. Die große Einseitigkeit i[n der] Außenhandelsbewegung dieser Häfen wird die Pläne, die man [zur] Beseitigung der Stellung Hamburgs hatte, wieder in die von [Natur] aus gegebenen Schranken weisen. Dies hat Professor Hja[lmar] Cassel erkannt, indem er kürzlich erklärte, daß die Führung Ham[burgs] nicht künstlich, sondern durch die Natur gegeben sei, infolge der [tat]lichen wirtschaftlichen Zentralisation eines großen und reichen [Hinter]landes. Allerdings wird sich für die skandinavischen Häfen die [Mög]lichkeit der Verbesserung ihrer Lage dadurch ergeben, daß der [Kieler] Kanal als Schiffahrtsweg neutralisiert und gerade zu Kriegsau[sbruch] vergrößert worden ist, wenn auch dadurch die Gefahr erwächs[t, daß] die Sundhäfen Kopenhagen und Malmö ins Hintertreffen kommen. [Zur] Untersuchung dieser Frage, in welcher Weise man die für Sch[weden] etwa eintretenden Nachteile umgehen könne, ist eine Reichsta[gskom]mission eingesetzt worden, deren Ergebnisse noch nicht vorliegen. [Den] meisten Vorteil vom Kieler Kanal haben aber bisher weder die [skan]dinavischen Häfen noch Danzig, sondern Stettin gehabt. Und [es ist] typisch, denn wie in Hamburg liegen hier außerordentlich gü[nstige] Verhältnisse zwischen Ein- und Ausfuhr vor, die Vorbedingung [für] einen Großhafen.

Am 1. September 1922 wurde in Gotenburg der Fr[eihafen] in Gegenwart des Kronprinzen und andrer hohen Persönlichkeiten [feier]lich eingeweiht. Die Arbeiten, die im Jahre 1914 begonnen wurd[en, be]gegneten großen Schwierigkeiten infolge der schlechten Boden[verhält]nisse und großen Tiefe des Hafens (30 m und mehr). Die [Länge] der Kais mit Gleisanschluß (sowie 10 000 qm Warenschuppen) im Frei]hafengebiet beträgt ungefähr 1135 m bei einer Wassertiefe von 9 [m]. 23 elektrische Krane dienen für den Umschlag. Die Kosten des [Hafens] betrugen im ganzen 21,5 Mill. Kr. Der Freihafen gehört der Stadt [Goten]burg, während die Verwaltung innerhalb der Depots einer gemisc[htwirt]schaftlichen Gesellschaft, der Göteborgs Freihafen-Aktiengesel[lschaft]

rlassen ist. Unter Einrechnung des neu eingerichteten Zollgebietes rägt die Länge der dem Verkehr übergebenen Gleise im Gotenburger fen 8290 m. Das Hafengebiet ist 11 km, die in ihm verlegte Eisenbahn 50 km lang. Die Einfahrt ist bis zu einer Tiefe von 9,25 m bis zum ihafen freigelegt und hat flußaufwärts noch bis zu 5,8 m Tiefe. An ihafen-Kailängen sind für Stockholm 3,4, für Gotenburg im ganzen km und für Malmö 6 km vorgesehen.

Der Ausbau des Hafens in Stockholm ist noch nicht zu Ende ührt, schreitet jedoch günstig voran.

Der Malmöer Freihafen ist im September 1922 eröffnet. Wie Gotenburg, ist auch in Malmö der Betrieb des Freihafens r Freihafen-Aktiengesellschaft überlassen. Mit dieser Verbreiterung Durchführung des Freihafengedankens in Skandinavien ist der Abluß, wie er sich durch die staatlichen Zollschranken in stets wachdem Maße herausbildete, beseitigt worden und ein internationaler sgleich erfolgt. Die Freihäfen sollen die durch die Zollschranken beigeführten Verkehrsablenkungen überwinden und die Währungswankungen und Ungleichheiten ausgleichen helfen. [W 191] Dr. Br.

Beiträge zur Reichsunfallversicherung.

Der Vorstand der Nordöstlichen Eisen- und Stahl-Berufsgenossenaft weist darauf hin, daß infolge der Erhöhung der Unfallrenten, insondere der Zulagen in der Unfallversicherung, infolge des Anwachs der Kosten des Heilverfahrens, der gesteigerten Verwaltungskosten, ie im Hinblick auf die unbedingte Notwendigkeit, die laufenden Bebsmittel ganz wesentlich zu verstärken, der diesjährige Umlagebeitrag für die Mitglieder dieser Berufsgenossenschaft etwa die 33fache Höhe des vorjährigen Beitrages erreichen wird. Da die Feststellung der Umlage und die Erhebung der Beiträge vielleicht schon Ende März oder Anfang April beginnen wird, für viele Besitzer kleinerer Betriebe sich aber auch bis in den Juni hinziehen kann, so wird den Mitgliedern der Berufsgenossenschaft anheimgegeben, dies schon jetzt bei ihren Plänen gebührend in Betracht zu ziehen.

Die Steigerung der Lasten in der Umfallversicherung beruht, wie auf allen andern Gebieten des Wirtschaftslebens, auf der Geldentwertung und tritt in gleicher Weise, wie bekannt, auch bei der Kranken-, Invaliden- und Angestelltenversicherung in die Erscheinung. Eine wesentliche Rolle spielen dabei im Bereiche der Unfallversicherung die Zulagen. Die Bezüge der zulageberechtigten Rentenempfänger sind durch eine ministerielle Verordnung vom 23. Dezember 1922 und ein Gesetz vom 12. Februar 1923 gegenüber dem Stande vom Oktober 1922 auf das 24- bzw. 20fache gesteigert worden. Gestützt auf eine Entschließung des Reichsrats hatte die Reichsregierung den Antrag gestellt, die Rentenzulage nur den ihrer bedürfenden Rentenempfängern zu gewähren, weil für eine Anzahl der letzteren, die vollen Lohn verdienen, die Zulage nicht notwendig und für das Wirtschaftsleben nicht tragbar sei. Diese Bestimmung hat aber der Reichstag einstimmig abgelehnt. Der Verband der Deutschen Berufsgenossenschaft wird sich nachdrücklichst für die Aufnahme einer solchen einschränkenden Bestimmung in ein späteres Gesetz einsetzen. Seine Bemühungen können aber nur von Erfolg begleitet sein, wenn Industrie, Handel und Gewerbe geschlossen hinter ihm stehen, wenn auch deren Organisationen für eine derartige gesetzliche Regelung entschieden eintreten. [W 190]

BÜCHERSCHAU.

e Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 2000.

ik der Bauwerke. Von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Rudolf Kirchoff. Berlin 1922, Wilhelm Ernst & Sohn. Zweiter Band.

Der zweite Band ist den statisch unbestimmten Systemen gewidmet. h einem einleitenden Abschnitt über Formänderungen und der Veren ihrer Berechnung für statisch bestimmte Systeme werden die chiedensten statisch unbestimmten Systeme an Hand von zahlreichen pielen durchgerechnet, ergänzt durch eigene Untersuchungen des fassers. Den Abschluß bildet ein kurzer Abriß der Gewölbe- und drucktheorie.

Das bereits in Nr. 15 dieser Zeitschrift 1922 über den ersten Band agte gilt auch für den zweiten Band: Die zahlreichen Rechnungspiele erleichtern dem Studierenden das Eindringen in die schwierige orie sehr wesentlich, so daß das Buch nicht bloß den lernenden, lern auch den in der Praxis arbeitenden Statikern warm empfohlen den kann. [B 1577] Karl Bernhard.

Verein Deutscher Papierfabrikanten. Festschrift zum 50jährigen ubiläum des Vereines. Berlin 1922, Selbstverlag.

Als am 14. Dezember 1872 in Nürnberg der Verein deutscher Papierikanten ins Leben gerufen wurde, waren 67 Fabriken bei der Grüngsversammlung vertreten, im Jahre 1920/21, dem letzten Berichte vor der Jubiläumsversammlung, gehörten 410 Mitglieder dem ein an. Diese Zahlen veranschaulichen deutlich den gewaltigen Aufung, den nicht nur der Verein selbst, sondern mit ihm auch gesamte deutsche Papierindustrie genommen hat, ein Aufung, dessen Werden und Wachsen in der vortrefflichen Festschrift ersten Sachkennern eingehend und sehr ansprechend beschrieben . Es zeigt sich an dieser Entwicklungsgeschichte, wie wirkungsauch die niedere Ordnung des Zusammenschlusses innerhalb der striellen Organisation, nämlich das Vereinswesen, das gerade in deutschen Papierindustrie zu großer Blüte gelangt ist, auf den Fortitt eines Industriezweiges einwirken kann. Ja, bei aller Berechng und Notwendigkeit, die man den höheren Formen, den Karn und Trusts, je nach der Lage zusprechen muß, scheint es, daß volkswirtschaftlichen Standpunkt aus das Vereinswesen nutzgender sein kann als die festeren Zusammenschlüsse. Denn während letzteren nur zu häufig ins Leben gerufen werden, lediglich um einmal erworbenen Besitz, die Machtstellung zu wahren und noch er auszubauen, ist bei einem gut organisierten und geleiteten Induverein meistens das Bestreben vorherrschend, die produkien Kräfte der Industrie zu entfalten und zu fördern. t dienen die regelmäßigen Mitgliederversammlungen, die Veranung von Ausstellungen und Kongressen, die Errichtung gemeiner Nachrichtenstellen, die Sammlung eines Archivs, die Aufstelvon Statistiken, die Einrichtung kleinerer Fachverbände, die Grün; von Forschungsinstituten und von Fachschulen.

All diesen Aufgaben und noch vielen anderen, die der Raumzel verbietet aufzuzählen, hat sich der Verein deutscher Papierkanten zugewandt, und zwar auch überall mit gutem Erfolge.

Der reiche Inhalt der Jubiläumsschrift gliedert sich in vier Abitte. Im ersten und umfangreichsten behandelt Heino Castorf Geschichte des Vereins mit einem kurzen Rückblick auf die Entlung der Papierfabrikation. Der zweite befaßt sich mit der nik der Papierherstellung in den letzten 50 Jahren. In ihm wird igt, daß die wichtigsten Erfindungen auf dem Gebiete der Papiernik zur mechanischen und chemischen Aufbereitung der Papierrohe von Deutschen gemacht worden sind, so wertvoll und verdienstvoll auf diesem Gebiet auch die Errungenschaften des Auslandes sind, das häufig sogar die ersten Erfindungen auf sein Konto buchen kann. Einen wie großen Wert der Verein deutscher Papierfabrikanten auch allen Fragen der Sozialpolitik beimißt, erhellt daraus, daß sich zwei Aufsätze des dritten Abschnittes „Sozialpolitik mit Bezug auf die Papiererzeugung und das Verbandswesen" mit den Einwirkungen sozialpolitischer Bestrebungen auf die Entwicklung der Papiererzeugungsindustrie befassen. Sehr beachtenswert sind in diesem Teil der Festschrift auch der Aufsatz von C. Lammers über die Psychologie des Verbandslebens und die graphische Darstellung der Gliederung des Papierfaches von Dr. Mirus. Ein vierter Abschnitt mit „fachlichen Abhandlungen" über einige Sondergebiete beschließt das inhaltreiche Werk, von dem der Verein deutscher Papierfabrikanten ohne Überhebung sagen darf: „Exegi monumentum . . . ." [1586] Dr. Freitag.

Die Praxis der Papierfabrikation. Von Prof. M. Schubert. Dritte Auflage. Von Prof. Dr.-Ing. h. c. E. Müller. Berlin 1922, M. Krayn. 483 S. mit 176 Abb. u. einer Tafel.

Die an und für sich nicht reiche Literatur über Papierfabrikation hat durch diese neue und verbesserte Auflage des Schubertschen Buches eine wertvolle Bereicherung erfahren. Das Buch hat gegenüber der ersten und auch teilweise der zweiten Auflage eine fast vollständige Umarbeitung erfahren, und zwar unter Berücksichtigung der neuesten Erfahrungen in der Papierindustrie.

Entsprechend dem großen Umfange des Materials ist die Behandlung des Stoffes natürlich sehr gedrängt, aber immerhin sind die einzelnen Abteilungen, und besonders die wichtigsten, ausführlich genug behandelt, um den Zweck des Buches, ein Hand- und Lehrbuch zu sein, zu erfüllen.

Der gesamte Stoff ist organisch aufgebaut, so daß das Werk auch als Hand- und Nachschlagebuch gute Dienste leisten kann. Die Übersichtlichkeit wird durch ein ausführliches Schlagwörterregister günstig beeinflußt.

Leider vermisse ich in dem Buch eine, wenn auch kurze, Darstellung des Holzschliffes, Holz- und Strohzellstoffes, die vielleicht unter Kürzung des Kapitels Hadernhalbstoffgewinnung in genügender Ausführlichkeit hätte gebracht werden können, ohne den Umfang des Werkes sehr zu vergrößern. Gerade diese Halbstoffe sind für die heutige Papierfabrikation von solcher Bedeutung, daß eine Darstellung der Grundzüge ihrer Erzeugung von größtem Wert gewesen wäre, zumal gerade über die Holzstofferzeugung neuere Literatur kaum vorhanden ist.

Das Buch hat aber trotzdem einen großen Wert, da die Ausführungen auf Erfahrungen aus der Praxis aufgebaut sind. Es ist jedem zu empfehlen, der sich über Fragen der Papierfabrikation unterrichten will, und ist auch ein wertvolles Hilfsmittel für kaufmännische Direktoren und Beamte, denen eine fachtechnische Ausbildung fehlt. [1602]

Köthen. Fritz Hoyer.

Théorie der Kreiselpumpe. Von Dr. techn. Milan Vidmar, ord. Prof. a. d. Universität Ljubljana. (Sammlung Vieweg.) Braunschweig 1921, Friedrich Vieweg & Sohn A.-G.

Der Verfasser hat es in diesem Buch in äußerst anerkennenswerter Weise verstanden, seine 15jährigen Erfahrungen im Kreiselpumpen- und Ventilatorenbau in leichtfaßlicher, flüssiger und doch wissenschaftlich strenger Form niederzulegen. Auf verhältnismäßig eng beschränktem Raum sind hier in ursprünglicher Weise so ziemlich alle Probleme be-

handelt, die der Kreiselpumpenbau dem Konstrukteur bietet. Was gerade dem im Beruf stehenden Ingenieur dabei sehr zugute kommt, ist, daß der Verfasser eine übertriebene Genauigkeit dort vermied, wo sie praktisch infolge anderer, nicht streng zu erfassender Fehlerquellen nichts mehr nützen würde. Jedenfalls hat es der Verfasser ausgezeichnet verstanden, in großen Zügen den Grundton des zu behandelnden Stoffes zu treffen.

Die theoretische Förderhöhe unter Hinweis auf die drei verschiedenen Schaufelarten bildet den ersten Abschnitt des Buches. Der zweite Abschnitt führt uns unter Berücksichtigung der Umsetzungsverluste im Laufrad zur nutzbaren Förderhöhe. Die Strömungsverluste in den verschiedenen Maschinenteilen werden dann im dritten Abschnitt noch ausführlich behandelt. Dem Spaltverlust und dessen Bekämpfung ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Der Kraftbedarf wird weiterhin einer eingehenden Erörterung unterworfen, und dann werden die wichtigsten Konstruktionsprinzipien zusammengestellt. Das letzte Kapitel bringt endlich noch in der Durchrechnung einer Konstruktion eine Zusammenfassung und Anleitung zur Verwertung der in den vorhergehenden Abschnitten behandelten Fragen.

Das Buch ist einfach in der Rechnung, klar im Text und sei sowohl dem angehenden, als auch dem im Berufe stehenden Ingenieur, der sich für Kreiselmaschinenbau interessiert, aufs beste empfohlen.

[B 1547] Staufer.

Wilhelm v. Siemens, ein Lebensbild. Von August Rotth. Leipzig und Berlin 1922, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger.

Anläßlich des 75jährigen Bestehens der Firma Siemens & Halske wurden diese Gedenkblätter herausgegeben, dem Leben und Wirken des Mannes gewidmet, der 30 Jahre lang die Geschäfte des Hauses leitete und das Erbe seines berühmten Vaters Werner v. Siemens mehrte und förderte. Die Schrift ist so abgefaßt, daß sie nicht nur den großen Mann der Industrie hervortreten läßt, sondern vor allem auch in dessen intime, persönliche Lebens- und Vorstellungswelt, an Hand der jahrzehntelang von ihm geführten Tagebücher, einen Einblick gewährt. Man kann vielleicht zweierlei Ansicht darüber sein, ob die Öffentlichkeit ein Recht auf solch private Lebensäußerungen hat, sofern der Schreiber sie ihr nicht selbst zugänglich macht; jedenfalls bietet aber gerade diese Einstellung des Buches einen besonderen Reiz und mannigfachste Anregung.

Es ist eine sehr komplizierte Menschennatur, die uns hier entgegentritt, die von frühester Jugend an sich hart durch die Schwierigkeiten und Probleme des Lebens durchkämpfen mußte, mit denen weniger in die Tiefe gehende Männer in den äußeren Lebensumständen ei Wilhelm v. Siemens spielend fertig werden, wenn sie sie überha auf ihrem Wege sehen. Trotz der immer wieder auftauchenden H mungen des grüblerischen Menschen, und obgleich ihm zunächst rein wissenschaftliche Erkenntnistätigkeit — er kam fachlich vom S dium der Mathematik und Physik her — am meisten lag, hat di Mann doch die früh auf ihm lastende geschäftlich-organisatoris Riesenarbeit, dank einer gewissen Selbstentsagung und restloser H gabe, aufs großartigste bewältigt, wie nur irgendein reiner Tatmen in dem Gefühl der großen Verantwortung, die er trug, einen befri genden Ausgleich findend. Was er für die Firma leistete, soweit im einzelnen festzustellen ist, sowie sein auch journalistisch geäuße Standpunkt zu schwebenden technisch-industriellen, wirtschaftlichen, zialen und politischen Fragen, geht aus dem Buch hervor, das warn Interesse begegnen dürfte, auch bei Menschen, die es um der spezie Firmengeschichte willen nicht zur Hand nehmen würden.

[B 1557] Dr. M

Sammlung Göschen, Band 657: **Elektrotechnik.** Einführung in die St stromtechnik. Von Prof. J. Herrmann. 2. Aufl. IV. **Die Er gung und Verteilung der elektrischen Energie.** Berlin und Lei 1923, Walter de Gruyter & Co. 138 S. mit 100 Abb. und 16 Taf Preis Gz. geb. 1.

Die Stromerzeugungsanlage. — Die Kosten der Stromverteilung. Die Schaltanlage. — Das Leitungsnetz. — Die Kosten der elektrisc Energie.

Die elektrischen Spielzeug- und Kleinmaschinen für Gleich- und Wech strom. Von K. Moritz. 4. Aufl. Leipzig 1923, Hachmeister & T 102 S. mit 100 Abb. und 2 Tafeln. Preis geb. Gz. 6.

Das deutsche Eisenbahnwesen der Gegenwart. Unter Förderung Reichsverkehrsministers in Beiträgen hervorragender Mitarbeiter ausgegeben von Hoff, Kumbier und Anger. Neue Ausg Berlin 1923, Reimar Hobbing. Band 1: Seite 1 bis 288 Text mit vi Abbildungen. S. 289 bis 736 Anhang: Deutsche Industrie und Ei bahnwesen (Sonderbeschreibungen). Band II: S. 1 bis 328 Text vielen Abb. S. 329 bis 760 Forts. des Anhanges von Band I.

Lebenserinnerungen von Werner von Siemens. 12. Aufl. Berlin 1 Julius Springer. 221 S. mit 6 Tafeln. Preis Gz. geb. 3.

Georg von Siemens. Ein Lebensbild aus Deutschlands großer Zeit. K. Helfferich. 2. Band. Berlin 1923, Julius Springer. 289 S. P geb. Gz. 10.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Die Fahrtregler von Dampffördermaschinen.

Der Aufsatz von Dr. Hoffmann in Heft 8, 9 u. 10 dieser Zeitschrift Jahrgang 1922 ist als ein Schritt weiter auf dem Wege zur Vereinheitlichung der Fahrtregler zu begrüßen. Die Ausführungen bezüglich größter Einfachheit der Fahrtregler können nicht genug hervorgehoben werden. Um so weniger erfreulich ist es, wenn die neuesten Durchbildungen der Fahrtregler gerade den entgegengesetzten Weg einzuschlagen scheinen. Ein in seiner Wirkung völlig undurchsichtiger vielgestaltiger Hebelmechanismus unter Zuschaltung von einem oder sogar zwei unter Dampf arbeitenden Hilfszylindern kann als Vereinfachung unmöglich angesehen werden.

In Ergänzung zu den Ausführungen über die Steuerhebelrückführung seitens des Fahrtreglers sei hier darauf hingewiesen, daß der Unterzeichnete an seinen Fahrtreglern z. T. die Rückführungen vorgenommen, z. T. unterlassen hat. Es konnte jedoch ein entscheidender Vorzug der einen Ausführung vor der anderen nicht festgestellt werden. Die Sicherheit der Fördermaschine erleidet bei Ausrüstung mit einem gut durchgebildeten Fahrtregler keinen Abbruch, ob der Steuerhebel zurückgeführt wird oder nicht.

Wird aber die Rückführung aus irgendwelchen Gründen gewünscht und wirkt dabei der Fahrtregler auf den Umsteuerapparat mittelbar durch den Steuerhebel ein, so bedingt dies die Zwischenschaltung eines zweiten Hilfssteuerapparates. Die Einwirkung des Fliehkraftreglers muß deshalb notwendigerweise den Weg: Regler-Hilfszylinder-Steuerhebel-Umsteuerungsapparat-Steuerung einschlagen.

Die unmittelbare Verstellung des Umsteuerapparates seitens des Fahrtreglers erfordert dagegen nur einen Weg: Regler-Umsteuerapparat-Steuerung. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß die Genauigkeit des Reglern bei der Wahl des längeren Weges sehr leiden muß, außerdem wird der wichtigen Forderung größter Einfachheit nicht Rechnung getragen.

Der kürzeste Weg verdient deshalb ohne Zweifel den Vorzug, zumal auch hier die Möglichkeit, den Steuerhebel an der Verstellung teilnehmen zu lassen, ohne Schwierigkeit gegeben ist, was durch Rückwirkung des Umsteuerapparates auf den Steuerhebel, und zwar in denkbar einfachster Weise geschehen kann.

Außerdem sei in Ergänzung zu den Ausführungen über die Einstellung der Geschwindigkeiten vom Führerstand aus darauf aufmerksam gemacht, daß beim Fahrtregler Schönfeld soviel Geschwindigkeiten gestellt werden können, wie sich Rasten im Steuersegment befin Hiervon ist in vielen Fällen Gebrauch gemacht.

Die bequeme und vielseitige Verstellungsmöglichkeit des D flußreglers ist ohne Zweifel ein nicht zu unterschätzender Vorteil genüber den Fliehkraftreglern, die von Haus aus unter Berück tigung der Betriebsart bei Fördermaschinen jenen unterlegen sind besonderen auch bei der Regelung des Anfahrens. Während der D flußregler von sich aus ein sofortiges Ansprechen bei falscher St hebelauslage ergibt, ist der Fliehkraftregler grundsätzlich dazu imstande. Ein solcher Regler ist auf die bekannte Hußmannsche fahrregelung angewiesen, die der Erfahrung nach in allen den F nicht genügt, wo eine vollständige Sperrung des Steuerhebels ge verkehrtes Auslegen nicht vorgenommen werden kann. Das ist vielen Fördermaschinen der Fall, da der Maschinist beim Einfahren Förderkörbe in die Hängebank und auch beim Umsetzen der K mehr oder weniger die Möglichkeit haben muß, den Steuerhebel beiden Richtungen hin auszulegen. Im besondern ist das bei den St knaggen mit kleinen Füllungen in der Mitte und großen Füllungen a erforderlich. Der Anfahrregler sperrt deshalb zumeist nicht das kehrte Auslegen, sondern erschwert es nur, und zwar dadurch, daß Maschinist beim verkehrten Auslegen eine Federspannung überwi muß. Der Einbau einer Feder in das Anfahrregler-Gestänge ist bei Anwendung von umgekehrten Knaggen gebräuchlich, so daß Möglichkeit verkehrten Auslegens vorliegt, wie Unfälle erwiesen h

Georg Schönfe

Ich will nur zur Frage der Anfahrregelung Stellung nehmen. Di übliche Anordnung, daß man verkehrt nur gegen eine Feder un soweit auslegen kann, daß man nur die Manövrierknaggen faßt, ist gezeichnet. Nach etwaigem kurzem Übertreibwege wird dann die B aufgeworfen, und man kann die Kurven am Fahrtregler so einri wie es z. B. die Prinz Rudolph-Hütte getan hat, daß bei weiterem treiben der Steuerhebel in die Mittellage und auf Gegendampf ge wird. Dabei hat der Geschwindigkeitsregler überhaupt nicht mitzu wirken. Unfälle sind, soweit es überhaupt vom Fahrtregler abh und sofern dieser richtig eingestellt ist, ausgeschlossen.

Dr. H. Hoffma

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

R. 15 SONNABEND, 14. APRIL 1923 BD. 67

INHALT:

nspruchungshöhe, Korngröße und Temperatur bei Ermüdungserscheinungen[1].

Von Regierungsbaurat Prof. Dr.-Ing. W. Müller und Dipl.-Ing. Hugo Leber, Darmstadt.

Zusammenhang zwischen der Ermüdungsfestigkeit durch Schlagwirkung und den statischen Festigkeitseigenschaften. Ermüdung und Kornstörung. Erklärung für die Entstehung der Dauerbrüche an der Hand geätzter Schliffe. Beeinflussung der Ermüdungsfestigkeit durch Korngröße und erhöhte Temperaturen.

Einfluß der Beanspruchungshöhe auf die Ermüdbarkeit.

ler Teil einer Maschine oder eines Bauwerkes sollte vom Konstrukteur so bemessen sein, daß er während der Be-nspruchung nur rein elastische Formänderungen erleidet. Die höchstzulässige Beanspruchung eines Werkstoffes wäre ach seine wahre Elastizitätsgrenze σ_E für die betreffende tungsart. Nun ist die Ermittlung der wahren Elastizitäts-e zeitraubend und vielfach nur sehr schwer durchführbar, abgesehen davon, daß deren Lage und Veränderung durch ische Einflüsse bzw. durch Kalt- oder Warmrecken und n bislang nur wenig erforscht worden ist. Man beschränkt deshalb vielfach auf die Bestimmung der Streckgrenze und einen gewissen Bruchteil von dieser als zulässig an; meist man jedoch von der Bruchgrenze aus, von der die Streck-e je nach der Vorbehandlung des Stoffes einen Bruchteil acht, der zwischen 0,60 und 0,90 liegen kann. Grenz-in denen die Leistungsfähigkeit des Stoffes möglichst weit-d ausgenutzt werden muß, erfordern dann besondere Sorg-n der Kenntnis der Stoffeigenschaften.

Bei Bauteilen, die Dauerbeanspruchungen statischer oder nischer Art ausgesetzt sind, ist die Arbeitsfestig-, die praktisch mit der Schwingungsfestigkeit nmenfällt, von ausschlaggebender Bedeutung. Unter letzterer ht man jenen größten Wert der bezogenen Spannung, der Vechsel zwischen Zug und gleichem Druck eben noch be-oft ertragen wird (Föppl).

Über die Beziehung der Arbeitsfestigkeit zu den durch einfachen Festigkeitsversuch ermittelten Stoffeigenschaften die Anschauungen noch auseinander.

Eden z. B. bestreitet auf Grund seiner Versuche das Vor-nsein einer solchen Spannung; Bauschinger setzt sie der „natürlichen Elastizitätsgrenze", worunter er die Pro-nalitätsgrenze versteht, die aber bekanntlich schon im Be-der bildsamen Formänderung liegt; Föppl setzt sie der wirklichen Elastizitätsgrenze, welcher Ansicht wir uf Grund der nachstehend beschriebenen Versuche an-ßen; nach Turner kann die wahre Elastizitätsgrenze um eringes überschritten werden, ohne daß Bruch eintritt.

Die Ermittlung der Arbeitsfestigkeit, die für alle wichtigen für die verschiedenen Zustände der Vorbehandlung durch-ren wäre, ist praktisch schon allein des großen Zeitauf-s wegen nicht allgemein möglich, von weiteren Schwierig-ganz abgesehen. Die Prüfung auf Widerstandsfähigkeit iber langsam wirkender Beanspruchung, die durch den rsuch verkörpert wird, ermöglicht aber allein kein Wert-über die Widerstandsfähigkeit gegen Dauerbeanspruchung, und Kerbwirkung. So kam man auf die heute sehr gebräuchlichen verschiedenen Kerbschlag- und Dauerbiegezug- und -schlagproben. Bei diesen ist man ähnlich wie beim Zugversuch meist gezwungen, mit der Belastung über die Spannungen, die dem Material im Betrieb zugemutet werden, hinauszugehen, oft sehr weit, um so in kürzerer Zeit durch Vergleich mit andern Stoffen zu einer Bewertung hinsichtlich der Eigenschaften zu kommen, die der Zugversuch nicht geben kann. Hierfür ist eine große Zahl der verschiedensten Vorrichtungen benutzt worden, über die Rudeloff in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes 1916 S. 343 berichtet hat. Der von uns benutzte Kruppsche Schlagapparat ist in dem von Müller herausgegebenen Forschungsheft 247 sowie in Z. 1921 S. 1089 beschrieben worden.

Ursprünglich ist bei diesem eine Möglichkeit, die Größe der Schlagenergie zu verändern, konstruktiv nicht vorhanden gewesen. Werkstoffe mit verschieden hoher Streck- und Bruchgrenze, die miteinander verglichen werden sollen, werden also je nach der Lage dieser Grenzen zur Größe der auftretenden höchsten Biegespannung durch die gleiche Schlagarbeit in verschiedenem Maße beansprucht, worauf bereits im Forschungsheft 247 hingewiesen worden ist. Die große Wichtigkeit, die dieser Frage und der dadurch bedingten Klassifizierung der Stähle zukommt, ließ hierüber einige Versuchsreihen wünschenswert erscheinen, zumal sie einen Einblick in das ganze Prüfverfahren geben.

Zu diesem Zwecke wurde ein neuer leichterer Bär hergestellt, der mit Zusatzgewichten versehen werden konnte. Die Schlagarbeit war hierdurch zwischen $A = 3{,}52$ cmkg und 32,7 cmkg veränderlich. Um einen gewissen Anhalt für die Größe der Beanspruchung der Proben zu erhalten, haben wir für die verschiedenen Bärenergien jeweils die größte Durchbiegung des Probestabes gemessen. Hieraus würden sich unter Annahme einer mittleren Elastizitätszahl sowie der unbegrenzten Gültigkeit des Hookeschen Gesetzes unter Vernachlässigung der Kerbwirkung die mit σ_K bezeichneten Biegespannungen im Kerbgrunde ergeben[2]), vergl. Zahlentafel 1. In Wirklichkeit gibt die Umfangzone des Stabes bei einer Überschreitung der Proportionalitäts- und Streckgrenze zunächst ohne Anbruch nach, und die von Leon und Preuß ermittelte, bei Kerben eintretende Spannungserhöhung (1,8- bis 2 fach) im Kerbgrunde dürfte durch das Nachgeben des Materials infolge der bildsamen Formänderung nicht die Größe erreichen, die jene Forscher im elastischen Bereich des Hookeschen Gesetzes gefunden haben. Genaueres läßt sich zur Zeit hierüber nicht aussagen.

Zur Ergänzung wurden daneben bei allen Werkstoffen noch folgende statische Eigenschaftswerte durch den Zugversuch ermittelt: Elastizitätszahl, Elastizitäts-, Proportionalitäts-, Streck- und Bruchgrenze sowie Dehnung und Querschnittverminderung. Sämtliche Werte — die statischen sowie die Bruchschlagzahlen

[1] Die Arbeit wurde im Juli 1922 bei der Redaktion eingereicht.

[2] Müller, Forschungsheft 247.

der dynamischen Dauerversuche — sind in Zahlentafel 2 zusammengestellt, ebenso die Analysen der verschiedenen Werkstoffe — 2 Sorten Flußeisen, 1 Nickelstahl, 3 Nickelchromstähle. Die Schlagproben hatten 15 mm Außen-Dmr., 13 mm Kerb-Dmr. und 2,5 mm Kerbhalbmesser.

Zahlentafel 1.
Versuch über die Größe der Beanspruchung bei verschiedenen Bärenergien.

Fallhöhe h cm	Bärgewicht k kg	Bärenergie $A = kh$ cmkg	Durchbiegung beim Schlag f cm	statische Belastung zur Erzeugung von f cm Durchbiegung P kg	Biegespannung bei P kg Belastung und f cm Durchbiegung σ_K kg/mm²	Formeln zur Berechnung von σ_K unter Vernachlässigung des Kerbes.
1,40	2,51	3,52	0,022	260	29,6	$\frac{P}{k} = n \frac{2(h+f)}{f}$
2,94	2,51	7,38	0,030	398	45,2	$= 0{,}80 \frac{2(h+f)}{f}$
2,94	3,80	11,18	0,038	476	54,1	$P = 1{,}6 \frac{h+f}{f} k$
2,94	4,80	14,11	0,040	571	65,0	$\sigma_K = P \frac{l}{4} \frac{1}{W}$
2,94	6,40	18,81	0,050	613	69,7	
2,94	7,49	22,00	0,052	689	78,4	

Abb. 1 zeigt die Bruchschlagzahlen Z_B in Abhängigkeit von der Bärenergie. Sie verlaufen, ähnlich den von Wöhler[1]) für Zug und Biegung durch ruhende Last gefundenen Linien. Bei größerer Beanspruchung ziemlich flach, steigen sie schnell an und nähern sich asymptotisch einer Parallelen zur Achse der Schlagzahlen (Z_B-Ordinate). Der Abstand dieser Geraden von der Z_B-Ordinate ist höchstwahrscheinlich gleich der Fallenergie, die im Probestab eine Biegespannung gleich der wahren Elastizitätsgrenze erzeugt; dies bedeutet aber, daß ein Material bei Beanspruchung innerhalb der wahren Elastizitätsgrenze infolge Ermüdung niemals zu Bruch gehen kann. Es ist bemerkenswert, daß die Überschreitung der Proportionalitäts-, Streck- und Bruchgrenze nirgends zum Ausdruck kommt. Die Unstetigkeiten der statischen Spannungs-Dehnungskurven sind in den Schlagbeanspruchungs-Charakteristiken nicht wiederzufinden. Bei einer Belastung, die ohne Zweifel die Bruchgrenze des Materials überschreitet, finden wir sogar noch eine gewisse Ermüdungsfestigkeit, die durch die augenblicklich wirkende Schlagbeanspruchung (abgesehen von der vermutlich erhöhten Inanspruchnahme der innern Fasern nach Überschreitung der Proportionalitätsgrenze) zu erklären ist, ähnlich, wie man über geborstenes Eis gefahrlos fahren kann, wenn die Geschwindigkeit genügend groß ist.

[1]) Martens, Handbuch der Materialienkunde I S. 223.

Abb. 1. Beanspruchungshöhe und Ermüdbarkeit.

Zahlentafel 2. Zusammenstellung der statischen und dynamischen Eigenschaftswerte verschiedener Werkstoffe.

Probe	Elastizitätszahl E kg/cm²	Wahre Elastizitätsgrenze σ_E kg/mm²	Proportionalitätsgrenze σ_P kg/mm²	Streckgrenze σ_S kg/mm²	Bruchgrenze σ_B kg/mm²	Bruchdehnung $\delta_{11,3\sqrt{f}}$ vH	Querschnittverminderung q vH	bleibende Dehnung für $\sigma = 29,6$ kg/mm² $\lambda \cdot 10^{-5}$ cm	Rißschlagzahl Z_R: A cmkg 3,52 / σ_K kg/mm² 29,6	6,65 / 42,3	7,50 / 45,0	11,5 / 55,6	15,0 / 63,5	22,0 / 76,4	32,7 / 93,0	Bruchschlagzahl Z_B: 3,52 / 29,6	6,65 / 42,3	7,50 / 45,0	11,5 / 55,6	15,0 / 63,5	22,0 / 76,4	32,7 / 93,0
Flußeisen P, warm gewalzt	2 165 000	11,2	30,1	33,3	44,0	18,9	64,0	60	9 610	4 015	—	1635	960	—	—	36 091	16 290	—	4 560	3 292	—	921
Flußeisen B, bei 850° geglüht	2 118 000	6,9	—	35,1 (o.) 29,1 (u.)	43,9	21,4	69,7	25	—	3 971	—	1670	910	—	—	28 926 [$A = 40,2$ $\sigma_K = 33,2$]	18 477	—	6 390	3 730	—	867
Nickelstahl N, vergütet 0,28 vH C, 3,20 vH Ni	2 105 000	12,7	39,4	40,6	62,3	17,8	60,4	31	28 500	5 500	—	2600	1230	—	127	53 500	22 123	—	8 773	3 692	—	936
Nickel-Chromstahl C, hart vergütet 0,41 vH C, 1,55 vH Ni, 0,75 vH Cr	2 151 000	20,0	48,3	48,3	72,7	15,2	62,0	3	80 000	—	—	4600	2800	—	248	167 600	56 600	—	15 890	13 180	—	1905
Nickel-Chromstahl O, vergütet 0,14 vH C, 3,79 vH Ni, 1,24 vH Cr	2 075 000	9,9	21,9	64,8	89,2	11,1	58,4	29	130 000	20 445	6902	4819	3226	1430	767	196 700	103 118	85 974	27 002	20 757	6672	4854
Nickel-Chromstahl A, [illegible]	2 125 000	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Die durch die abwechselnde Zug- und Druckbeanspruchung orgerufene Veränderung der Proportionalitäts- und Streckze gegenüber den durch den Zugversuch festgestellten Wer- (vergl. die Versuche von Bauschinger), die ungleichförmige nungsverteilung über den gekerbten Querschnitt nach Übereitung der Elastizitätsgrenze in den äußersten Fasern sowie nach dem ersten Anriß einsetzende und bis zum endgültigen h fortwährende Veränderung des Kerbquerschnittes und Spannungsverteilung dürften der Grund für den stetigen auf der Schlagbeanspruchungs-Linien sein.

Des weiteren ist die beim Schlagwerk normal vorhandene lagarbeit von 12,5 cmkg eingetragen; sie ist für die t vorkommenden Werkstoffe zweckentsprechend. Bei einer leinerung käme man in das Gebiet der schnell wachsenden agzahlen, die großen Zeitaufwand zur Folge haben. Eine rößerung dagegen gibt zu geringe Unterschiede der Schlagn und schwankende Wertziffern, da sich die Beanspruchunzu weit von den wirklich vorkommenden entfernen.

In vielen Fällen ist man aber gezwungen, größere Bärgie anzuwenden, weil sich die Untersuchungen sonst viel zu hinziehen würden; so ist es z. B. gelungen, gewöhnliches eisen durch Einsetzen so zu vergüten, daß es bei einer agarbeit von 19 cmkg 1,1 Mill. Schläge bis zum Bruch er- während es, geglüht angeliefert, nur rd. 2000 Schläge aus- ; normal vergüteter, nicht eingesetzter Chrom-Nickelstahl ver- unter den gleichen Verhältnissen ungefähr 15 000 Schläge. normaler Schlagarbeit von 12,5 cmkg hielt das Flußeisen im eferungszustand 5000 Schläge aus, im eingesetzten Zustand es weit über 2 Mill. Schläge ertragen.

Abb. 2. Kraftwirkungszonen (120 fach vergrößert).

Man könnte sich ja auch so helfen, daß bei gleicher Bärie durch eine schärfere Kerbform eine Vergrößerung der hen Spannung erzielt würde; das würde jedoch, abgesehen ler unzweckmäßig starken Verminderung der Schlagzahlen eglühtes Material, auf große Schwierigkeiten in der saubeund gleichmäßigen Herstellung der Kerben stoßen.

Zahlentafel 3.

rhältnis der absoluten Schlagzahlen bei verschiedenen Schlagarbeiten.

ältniszahlen von Z_B (Die Bruchschlagzahlen der Probe P sind gleich 100 gesetzt)

-gie :g	Proben					
	P	B	N	C	O	A
0	100	110	145	420	604	1450
0	100	111	147	363	616	765
0	100	127	154	373	673	555
0	100	129	157	371	657	471
0	100	144	167	378	666	445
0	100	123	123	400	666	450
7	100	95	104	206	527	—

Es entsteht also die Frage: wie verhalten sich bei verdener Bärenergie die Wertziffern (Schlagzahlen)? In ntafel 3 finden sich die Verhältniszahlen der absoluten gzahlen für die verschiedenen Schlagarbeiten, wobei die für den Werkstoff P gleich 100 gesetzt worden sind. Es sich eine befriedigende Übereinstimmung für nicht zu Schlagenergie, besonders wenn man berücksichtigt, daß Wert (bei dem großen Zeit- und Materialaufwand) auf nur Probe beruht. Bei einer Steigerung über 15,0 cmkg treten größere Schwankungen auf, die eine Klassifizierung un- machen. Der Werkstoff A fällt vollständig heraus, nterschiede betragen über 200 vH. Vielleicht spielt hier ohe Elastizitätsgrenze (27,6 kg/mm²) eine Rolle. Dieser Stahl kann daher im Vergleich mit andern Stählen je nach der Größe der zur Verwendung gelangenden Schlagenergie verschieden bewertet werden. Soweit die vorliegenden Ergebnisse erkennen lassen, können also mit einer gleichbleibenden, zweckmäßig gewählten Bärenergie Werkstoffe mit verschieden hoher Elastizitäts-, Proportionalitäts-, Streck- und Bruchgrenze im allgemeinen mit einander verglichen werden, obwohl sie hierbei mit Rücksicht auf ihre statischen Festigkeitseigenschaften, rein rechnerisch betrachtet, in ganz verschiedener Weise beansprucht werden.

Aus den Versuchen läßt sich noch folgendes erkennen: Wählt man, um sich den Materialeigenschaften anzupassen, die Bärenergie für die verschiedenen Werkstoffe proportional σ_E, σ_S und σ_B, dann nimmt die Schlagzahl mit wachsendem σ_E, σ_S und σ_B ab. Es erscheint daher nicht angängig, beim Vergleich verschiedener Werkstoffe die Schlagarbeit mit Rücksicht auf die aus dem Zugversuch erhaltenen Festigkeitswerte für jeden Stoff besonders zu wählen.

Was die Abhängigkeit der Schlagzahl von σ_E, σ_S und σ_B bei gleichbleibend gehaltener Schlagenergie betrifft, so läßt sich sagen, daß im allgemeinen die Schlagzahl mit der Streckgrenze und Festigkeit zunimmt, weil die erzeugte Biegespannung im gleichen Maß abnimmt. Oft wird angegeben, die Wertziffer $\sigma_B \times \frac{\delta}{100}$ (Tetmajersche Zahl) oder auch die beim Zerreißversuch aufgewendete spezifische Formänderungsarbeit, dargestellt durch den Inhalt des Zerreißschaubildes bis zur Höchstlast, sei maßgebend für die Widerstandsfähigkeit des Werkstoffes gegen Stoß und Dauerbeanspruchung. Würde dies zutreffen, so hätten alle solche Schlag- und Dauerbeanspruchungsproben keine Daseinsberechtigung. Wie im Anschluß an die Warmversuche unten noch näher ausgeführt wird, trifft dies aber keineswegs

Abb. 3. Einseitig geschlagener Kerbstab ohne Anriß.

zu. Schon die kleine Zusammenstellung aus den obigen Versuchen zeigt dies zur Genüge.

Werkstoff	$\sigma_B \times \frac{\delta}{100}$	Z_B
P	8,3	4 560
B	9,4	6 390
O	9,9	27 000
C	11,1	15 890
N	11,1	8 773
A	12,0	21 533

Wie aus unsern bisherigen Berichten hervorgeht, ist die Schlagzahl bis zu einem gewissen Grade auch von der Dehnbarkeit abhängig, indem zu weiche Werkstoffe schnell ermüden. Da die Untersuchung der Elastizitäts-, Proportionalitäts-, Streck- und Bruchgrenze keinen eindeutigen Einfluß erkennen läßt, wurden noch die bleibenden Dehnungen nach Überschreiten der Elastizitätsgrenze festgestellt; aber auch diese sind kein Maß für die Ermüdbarkeit, so daß man sagen kann, daß eine einzelne aus dem Zugversuch ermittelte Größe keinen Wertmesser darstellt, der Zerreißversuch daher nicht in Parallele zum Schlagversuch gestellt werden oder als dessen Ersatz gelten kann.

Die Entstehung der Ermüdungsbrüche.

Betrachtet man die in unsern frühern Berichten[1]) beschriebenen und abgebildeten Bruchquerschnitte der Ermüdungsproben, so kann man zwei Zonen deutlich unterscheiden: eine gewöhnlich breite Außenzone und einen meist schmalen und scharf abgegrenzten inneren Streifen. Man weiß, daß nach genügend weit getriebenem Riß der Bruch ziemlich plötzlich unter großen Durchbiegungen vor sich geht, wobei er sich durch diese innere Kernzone fortpflanzt. Die normale mikroskopische Untersuchung der Bruchzonen gibt keinen Aufschluß über die Entstehung der

[1]) Z. 1922 S. 543.

Brüche, weswegen man immer dem Einwand begegnet, daß das Gefüge des Metalles bei der Ermüdung nicht gestört wird. Wie unsre Untersuchungen beweisen, liegt sehr wohl eine kristallographische Störung der Kristalliten vor, die mit Hilfe des Ätzmittels von Fry[1]) aufgedeckt werden konnte. Hier muß betont werden, daß nicht jedes Eisen mit Erfolg einer solchen Ätzung unterzogen wird; welche Voraussetzungen dafür nötig sind, entzieht sich bislang noch der Kenntnis. Das von uns für die Ätzungen verwendete Eisen war ein schwedisches Holzkohleneisen mit geringem Kohlenstoffgehalt, jedoch im Kern mit einer ziemlich beträchtlichen Seigerung.

Die Ätzung ergab nun in den verschiedenen Schnitten dunkle Zonen, die durch Überschneiden von sogenannten „Rutschlinien" (nach Fry) entstehen, welche unter ungefähr 45° ähnlich den bekannten Fließfiguren gegen die Kraftrichtung geneigt sind. Man kann diese Linien auf den Abbildungen deutlich erkennen. Diese keilartigen Rutschlinien und -flächen sind die Zonen der Kraftwirkung, wie aus Abb. 2 in 120facher Vergrößerung hervorgeht. Das Lichtbild stellt zwei sich überschneidende Kraftwirkungskeile dar, die sich scharf gegen die unbeanspruchten Teile abheben; letztere (hell) lassen die unverletzten Kristalle deutlich erkennen, entgegen der Wirkungszone mit ihrer Korngrenzenverwischung. Ob eine Kornzertrümmerung stattgefunden hat, läßt sich an Hand der bisherigen Untersuchungen noch nicht sagen. Auf jeden Fall hat der kristallographische Aufbau der einzelnen Individuen gelitten. Die Frage des Entstehens der Dauerbrüche konnte nunmehr systematisch verfolgt werden.

Zunächst wurde eine Probe mit Rundkerb nur einseitig geschlagen. Abb. 3 gibt einen Längsschnitt in der Schlagebene wieder, bevor die Probe einen Anriß erhielt. Bei ihr zeigen sich auf der Zug- und auf der Druckseite (letztere liegt unten) Kraftwirkungslinien; ob diese durch die axial wirkenden Zug- und Druckspannungen entstanden sind oder ihren Grund in den infolge der Biegung auftretenden und senkrecht zur Probenachse wirkenden Spannungen haben, entzieht sich unsrer Kenntnis. Denn wie eingehende Versuche zeigten, konnten Kraftwirkungsstreifen an gewöhnlichen Zug- und Druckproben nicht festgestellt werden; auch traten die bekannten Fließfiguren bei der nachherigen Ätzung nicht als solche dunkle Streifen wieder hervor. Auf jeden Fall sind die Voraussetzungen der Entstehung solcher Rutschlinien noch nicht geklärt und bedürfen weiterer Versuche.

Schlägt man eine Kerbschlagprobe beiderseits und untersucht sie, bevor Anrisse auftreten, so erhält man Abb. 4. Hier finden wir also nach der geringen Zahl von 200 Schlägen bereits Wirkungsfelder um den Kerb herum, welche die gleiche Form haben, wie sie von Cooker[2]) an einem der statischen Biegung unterworfenen Kerbstab in polarisiertem Licht festgestellt den sind. Abb. 4 stellt einen Längsschnitt in der Schlag dar. Wird die Probe bis zum Anriß geschlagen, so erhalte Abb. 5; das Wirkungsfeld hat sich vergrößert und entspre der Tiefe des Anrisses nach der Stabachse vorgeschoben. einen Spitzkerb ergeben sich Verhältnisse, wie aus Abb. dem angerissenen Stab hervorgeht; bei ihm sind abe Wirkungsfelder größer und unvermittelter, also ungünstige

Schlägt man den Stab noch weiter, so daß sich der Ri in ihn erstreckt, so erhält man Abb. 7, Längsschnitt in der S ebene. Der Riß ist bereits so tief vorgedrungen, daß sic von beiden Kerbseiten her vorrückenden Felder schneiden eine unbeanspruchte Zone einschließen, die sich nach den fund eines Längsschnittes senkrecht zur Schlagebene und Querschnittes im Kerbgrund als linsenförmiger Teil dar Diese Zone bleibt bis zum vollständigen Bruch erhalten. sich die Wirkungsfelder schneiden, schreitet der Riß s weiter, wobei infolge der Einkapselung die Kräftewirkun stört sein dürfte; der Bruch erfolgt nach nur noch ganz we

Abb. 4. Beiderseits geschlagener Kerbstab ohne Anriß. Längsschnitt in der Schlagebene.

Abb. 5. Beiderseits geschlagener Rundkerbstab mit geringem Anriß. Längsschnitt in der Schlagebene.

Abb. 6. Beiderseits geschlagener Spitzkerbstab mit geringem Anriß. Längsschnitt in der Schlagebene.

Abb. 7. Beiderseits geschlagener Kerbstab mit tiefem Riß. Längsschnitt in der Schlagebene.

Abb. 8. Beiderseits geschlagener Kerbst vor dem vollständigen Bruch. Längssch der Schlagebene.

Schlägen. Abb. 8 läßt dies im Längsschnitt in der Schla an einer Probe erkennen, die in „den letzten Zügen lag".

Wir können uns also bis jetzt folgende Vorstellung die Entstehung der Dauerbrüche machen:

Ein Dauerbruch kann nur dann entstehen, wenn die zitätsgrenze des Materials durch die Belastung überschritten Zwar wird die Spannungserhöhung durch die Kerbwirku folge der bildsamen Formänderung abgeschwächt, aber bleibt sie bestehen, wodurch bei nicht genügend vorsichtig rechnung die Gefahr vorliegt, daß die Elastizitätsgrenze im Kerbgrund überschritten wird. Hierdurch entstehen störungen, die eine Verfestigung des Materials zur Folge das Material wird örtlich spröder, wodurch ein Anriß h gerufen wird. Entsprechend der Tiefe des Risses schreit Verfestigungszone weiter vor, und der Riß folgt nach. S lich überschneiden sich die Zonen, dadurch tritt eine S der Kraftwirkung in der eingeschlossenen Zone auf; scheinlich verschwinden die senkrecht zur Stabachse wir Spannungen, und reine Zugbeanspruchung des Innenkerns sich heraus. Die Belastung erreicht infolge des geringen den Querschnittes außerordentliche Größen, und der Riß s dementsprechend schnell durch die gezogene Innenzone f der Bruch nach wenigen Schlägen eintritt.

Der Einfluß der Korngröße auf die Ermüdbarkeit.

Die Baustoffe des Maschinenbaues bestehen aus anei stoßenden Kristallkörnern gleicher oder verschiedener chem Zusammensetzung, je nachdem, ob ein homogenes oder e terogenes Gefüge vorliegt. Die Korngrenzen sind bei g

[1]) Fry, „Stahl und Eisen" 1921 S. 1093
[2]) Cooker, Engineering 1911 Heft 1

ber Temperatur Stellen erhöhter, nicht verminderter Festigit, so daß ein Bruch unter normalen Verhältnissen stets durch Körner geht. Die Kristallgröße muß deshalb die Festigkeit d Kerbzähigkeit beeinflussen.

Wie schon oft betont wurde, kann das Aussehen der Bruchiche leicht zu Irrtümern in der Beurteilung des Materials hren, wenn nicht die Verhältnisse, worunter der Bruch erfolgte, kannt sind. Ein Werkstoff, der bei langsamem Hin- und Hergen einen sehnigen Bruch zeigt, da das grobe Korn infolge s Kaltreckens verzerrt wurde, läßt in eingekerbtem Zustand ch einer Zerstörung durch einen kurzen, scharfen Schlag ein istallinisches Bruchkorn erkennen. Eine häufig wiederholte obachtung entzogen wird, auf das Wachstum der Kristalle einwirkt. (Vergl. die Proben 3 T und 4 T in Zahlentafel 4.) Die Proben wurden stets erst nach der Glühung, die zur Vermeidung einer Entkohlung unter Luftabschluß im Muffelofen vorgenommen wurde, bearbeitet.

Außer der Korngröße wurden noch die Streckgrenze, Bruchgrenze, Dehnung, Querschnittverminderung und Brinell-Härte bestimmt, sowie mit dem Kruppschen Dauerschlagwerk die Riß- und Bruchschlagzahl Z_R und Z_B an Stäben von 13 × 15 mm Dmr. und 2,5 mm Kerbhalbmesser. Infolge der vorgenommenen Glühbehandlung schwanken die Korngrößen zwischen 110 μ^2 und 1240 μ^2; dieser letztere Wert konnte selbst durch Erhöhung der

Zahlentafel 4.
Versuche über den Einfluß der Korngröße auf die Kerbzähigkeit.
(Flußeisen mit 0,53 vH C)

Nr.	Glühung °C	Glühung h	Abkühlung auf 700° C in min	Korngröße 10^{-6} mm² (μ^2)	σ_S kg/mm²	σ_B kg/mm²	$\delta_{11,3\sqrt{f}}$ vH	q vH	Brinellhärte H_B kg/mm²	Z_R	Z_B	Reihe
1 T	Anlieferung			110	44,1	67,8	14,0	49,5	178	1485	4351	I
2 T	1000	1/4	4	350	37,0	65,9	14,6	39,3	174	2394	4151	I
3 T	1000	1/4	55	940	34,7	64,1	14,4	38,4	168	2675	4068	I
4 T	1000	9	60	1240	35,3	61,0	14,9	39,7	162	2511	3598	I
5 T	1000	9	2880	1160	31,6	59,8	17,5	42,2	159	2521	3750	I
6 T	820	4	25	230	37,0	66,1	17,7	39,2	172	2027	3834	II
7 T	900	4	45	300	36,0	66,0	15,8	40,3	173	2121	3470	II
8 T	930	4	45	670	33,2	61,8	16,2	39,4	163	2209	3748	II
9 T	1045	4	63	1030	32,2	61,2	16,9	41,5	162	1886	3548	II
10 T	1160	4	72	1080	29,8	57,9	17,7	42,0	158	1969	3080	II
11 T	930	4	45 240 h auf 680°	860 (körniger Perlit)	28,7	49,2	18,3	34,3	131	1094	2094	

Abb. 9. Glühtemperatur und Korngröße.

Abb. 10. Glühdauer und Korngröße.

Abb. 11. Korngröße und Festigkeitseigenschaften von Flußeisen.

lastung hingegen gibt bei demselben Werkstoff wiederum ein nz andres Bild, das Dauerbruchgefüge, das seine Entstehung T. der wechselnden Kraftwirkung verdankt. Die Innenzone r Dauerbrüche, die nach wenigen Hin- und Herbiegungen unter hlagbeanspruchung entsteht, ist bei vergüteten Sonderstählen nkörnig, bei geglühtem Eisen dagegen mehr oder weniger obkörnig. Erstere sind aber auf ein feinkörniges Gefüge warmhandelt, so daß man also aus dem Aussehen der Innenzone reits auf die Art des eigentlichen Gefüges schließen kann.

Ein vollständig einwandfreies und klares Bild von der orngröße gibt nur das Schliffbild. Es steht dann noch die age offen, in welchem Maße bei einem und demselben Werkoff nun die Korngröße die Kerbzähigkeit beeinflußt.

Für eine derartige Versuchsreihe stand eine Stange ichen Rundstahles von 0,53 vH Kohlenstoffgehalt zur Verzung; sie zeigte über die ganze Länge gute Gleichmäßigkeit r Materialeigenschaften. Es wurden abwechselnd Zug- und uerschlagproben entnommen, die verschiedene Wärmebehandng erfuhren, wie aus Zahlentafel 4 hervorgeht.

In der ersten Versuchsreihe war die Glühtemperatur stets ich (1000° C); verändert wurden:

1. die Glühzeit im Gebiet der festen Lösung (martensitischer Zustand),
2. die Abkühlungsgeschwindigkeit, womit das Eisen durch den Umwandlungsbereich (Ar_3 bis Ar_1, Ausscheidung der Ferritkörner) geführt wurde.

Es zeigte sich die bekannte Tatsache, daß neben der Abhlungsgeschwindigkeit auch die Anfangskörnung, die durch Umkristallisation überdeckt und so der unmittelbaren Be-

Abkühlungsdauer von 60 auf 2880 min bei dem vorliegenden Werkstoff nicht mehr gesteigert werden (Grenzwert für $t = 1000°$ C).

In der Versuchsreihe II waren Glühdauer und Abkühlungsgeschwindigkeit nahezu gleich, während die Glühtemperatur verändert wurde. Es ergab sich ein Wachsen der Korngröße mit wachsender Glühtemperatur, und zwar von 110 μ^2 bis 1080 μ^2 bei $t = 1160°$ C; über 1050° ergibt sich kein nennenswertes Wachsen der Kristalle mehr. Das Gesetz des Kornwachstums ergibt sich aus Abb. 9 und 10.

Die Ergebnisse der Festigkeitsprüfungen sind in Abb. 11 in Abhängigkeit von der Korngröße zusammengestellt. Es zeigt sich die bekannte Erscheinung einer Abnahme der Bruchfestigkeit und Härte, dagegen eine Zunahme der Dehnung mit wachsender Korngröße. Aber auch die Ermüdbarkeit, die durch die Bruchschlagzahl Z_B ausgedrückt wird, nimmt ab. Bei einer Steigerung der Korngröße um 1400 vH beträgt die

	vH
Abnahme der Festigkeit σ_B	13,3
Abnahme der Härte H_B	11,3
Abnahme der Schlagzahl Z_B	11,5
Zunahme der Dehnung δ	13,3

Der Einfluß auf die einzelnen Eigenschaften ist also annähernd gleich. Bemerkenswert ist, daß hier die Veränderungen der mechanischen Eigenschaften im Zugversuch ebenso scharf zum Ausdruck kommen, wie im Schlagversuch, der sonst im allgemeinen weit schroffere Unterschiede ergibt; dabei ist zu bemerken, daß die Glühung noch nicht so weit getrieben war, daß

eine Überhitzung, d. h. Sprödigkeit auftrat. Leider reichte das zurzeit schlechte Gas nicht zu einer so hohen Erwärmung aus. Auf jeden Fall geht aus den Versuchen hervor, daß die Überführung der Konstruktionsstähle in den feinkörnigen Zustand eine unbedingte Notwendigkeit ist, wenn man aus dem Werkstoff die günstigsten Festigkeitseigenschaften herausholen will. Im übrigen ist eine Beeinflussung der Eigenschaften infolge der verschiedenen Glüharten nicht zu bemerken.

Wird Eisen lange Zeit bei ungefähr 700° C geglüht, so ballt sich der vorher lamellenförmige Zementit im Perlit zu kleinen Kügelchen zusammen, es entsteht ein sogenannter „körniger Perlit", das Eisen hat damit den Zustand der größten Weichheit erreicht. Man könnte annehmen, daß infolge des Wegfalles der lamellenförmigen Spaltflächen des Perlits der Werkstoff widerstandsfähiger gegen Stoß würde. Deshalb wurde ein Stab aus demselben Werkstoff nach vierstündigem Glühen bei 900° C 240 h auf 680° C gehalten, was zur Umwandlung des lamellaren Perlits in körnigen genügte. Die erreichte Korngröße der Probe 11 T war 860 μ_2 (s. Zahlentafel 4). Die Festigkeit hat sich von $\sigma_B = 67{,}8$ kg/mm² auf 49,2 kg/mm², d. h. um 27,4 vH, die Härte von $H_B = 178$ kg/mm² auf 131 kg/mm², d. h. um 26,4 vH vermindert und die Dehnung von $\delta = 14{,}0$ vH auf 18,3 vH, d. h. um 30,7 vH gegenüber dem Anlieferungszustand erhöht. Die Schlagzahl hat beträchtlich abgenommen: von $Z_B = 4351$ auf 2094, d. h. um 51,8 vH.

Wir finden hier wieder die gleichen Verhältnisse, die sich in unserm frühern Bericht[1]) nach der Glühung der angelieferten, sondergeglühten Werkzeugstähle ergaben. Körniger Perlit verringert also die Ermüdungsfestigkeit beträchtlich, der Stahl ist in diesem Zustand zu weich, um dauernde Beanspruchungen lange Zeit aushalten zu können.

Der Einfluß der erhöhten Temperatur.

Die Festigkeitseigenschaften unserer Werkstoffe werden gewöhnlich bei Zimmertemperatur ermittelt. Im Betrieb werden sie aber häufig bei höheren oder tieferen Wärmegraden Beanspruchungen ausgesetzt. Es entsteht die Frage, welche Änderungen die Festigkeitseigenschaften mit der Temperatur erleiden. Bekanntlich zeigen sich beim Eisen starke Unregelmäßigkeiten zwischen 150 und 300° (Blauwärme), obwohl innerhalb dieses Bereiches, in dem viele Maschinenteile praktisch arbeiten, keine Strukturumwandlungen nachgewiesen sind. Zerreißversuche bei höheren und tieferen Wärmegraden sind verhältnismäßig häufig gemacht worden. (Baumann, Festigkeitseigenschaften der Metalle in Wärme und Kälte, Stuttgart 1907.) Dagegen findet man keine Angaben über die Ermüdbarkeit, obwohl gerade diese Eigenschaft z. B. im Motorwagen- und Flugmotorenbau von größter Bedeutung ist. Allgemein ist der Verlauf der Zähigkeitswertziffern, gewonnen aus Kerbschlagproben mit dem Charpyschen Pendelschlagwerk, in Abhängigkeit von der Temperatur so, daß diese von Zimmertemperatur bis ungefähr 50° zunehmen, bis 400° dann stark abnehmen, um dann wiederum anzusteigen. In der Kälte nimmt die Zähigkeit schnell ab. (S. z. B. Bach-Baumann, Festigkeitseigenschaften und Gefügebilder usw.) Charpy[2]) fand folgende Werte:

Kohlenstoff vH	Eisensorte	Schlagfestigkeit in mkg/cm bei − 80° C	− 18° C	+ 30° C
0,04	Thomasflußeisen	0,1	1,8	16,9
0,14	Martinflußeisen	0,9	> 44,6	> 44,6
0,21	„	14,6	17,4	22,9

Unsre Versuche erstreckten sich auf Dauerschlagversuche an den normalen Probestäben von 13×15 mm Dmr. und 2,5 mm Kerbhalbmesser. Unter dem Probestab wurde ein mit Flammenausbreiter versehener Bunsenbrenner angebracht. Die noch von einem Asbestschirm umgebene Probe hatte eine axiale Bohrung von 3 mm Dmr., die bis auf 10 mm an den Kerb heranreichte. Ein hineingebrachtes kleines Eisen-Konstanten-Thermoelement maß die Probetemperatur. Es gelang, die Temperatur während der Versuchsdauer innerhalb einiger Grade gleichbleibend zu halten, weil einmal die Probe einer dauernden Drehung unterworfen und die Einrichtung so ausgebildet war, daß die Flamme nicht unmittelbar an den Versuchsstab reichte, dieser vielmehr von den heißen Verbrennungsgasen umspült wurde. Die Bruchflächen zeigten prachtvolle Anlauffarben, die in den beiden äußeren und der inneren Zone verschieden waren; letztere hatte je nach der Temperatur und der zugehörigen Zähigkeit verschiedene Breite.

Die Werkstoffe waren:

1. weiches Flußeisen (0,08 vH Kohlenstoff),
2. Nickel-Chrom-Stahl (0,14 vH Kohlenstoff, 3,79 vH Nickel, 1,24 vH Chrom),
   a) im vergüteten Anlieferungszustand,
   b) ausgeglüht.

[1]) Müller und Leber, Z. 1922, S. 543.
[2]) Über Charpy siehe Martens-Heyn, Handbuch Bd. 2 A S. 322.

Zahlentafel 5.

Probe	Vorbehandlung	Versuchstemperatur °C	σ_s kg/mm² obere	σ_s kg/mm² untere	σ_B kg/mm²	$\delta_{11,3\sqrt{f}}$	q vH	Z
Flußeisen mit ∾ 0,1 vH Kohlenstoff	800° 1/4 h ausgeglüht	18	37,9	29,7	42,7	24,0	72,2	7
		50	36,1	27,3	42,3	21,0	71,5	6
		75	—	—	—	—	—	11
		100	27,0	21,4	44,9	15,2	63,8	23
		155	35,5	24,4	58,9	18,4	56,4	29
		205	29,1	27,6	65,5	22,0	54,0	27
		300	19,5	—	50,0	24,9	67,8	8
		410	20,2	—	39,0	28,0	75,5	2
Chrom-Nickel-Stahl mit 0,14 vH Kohlenstoff 3,79 vH Nickel 1,24 „ Chrom	800° 1/4 h ausgeglüht	18	—	—	—	—	—	13
		100	—	—	—	—	—	13
		150	—	—	—	—	—	11
		185	—	—	—	—	—	12
		200	—	—	—	—	—	15
		225	—	—	—	—	—	16
		300	—	—	—	—	—	14
		306	—	—	—	—	—	13
		390	—	—	—	—	—	9
		465	—	—	—	—	—	5
Chrom-Nickel-Stahl mit 0,14 vH Kohlenstoff 3,79 vH Nickel 1,24 „ Chrom	vergütet (Anlieferung)	22	65,1	—	84,0	12,3	62,0	33
		100	59,5	—	79,8	11,6	63,6	32
		120	—	—	—	—	—	31
		150	79,8	—	96,8	10,4	51,9	26
		210	72,4	—	97,9	11,1	42,1	32
		250	74,5	—	103,6	12,3	40,5	40
		300	—	—	87,1	17,4	59,3	30
		405	—	—	70,1	15,2	65,1	12

Aus den einzelnen Stangen wurden wieder abwechse Zug- und Dauerschlagproben entnommen. Bei der letzten Re reichte leider der Werkstoff nicht mehr für Zugversuche a Die Versuchsergebnisse sind in Zahlentafel 5 und Abb. 12 bis zusammengestellt. Die Zerreißversuche ergaben das gewöhnli Bild: der Mindestwert der Bruchdehnung fällt nicht mit d Höchstwert der Zugfestigkeit und dem Mindestwert der Qu schnittsverminderung zusammen. Beim Vergleich der Zugfest keitswerte finden wir ein Verschwinden der ausgeprägten Stre grenze bei ungefähr 300° C. Sowohl für ausgeglühtes Flußei wie für vergüteten Chrom-Nickel-Stahl erreicht σ_B einen Höch wert bei ungefähr 200 bis 250° C; die Dehnbarkeit des Chro Nickel-Stahles ist nahezu gleichbleibend und erfährt nur Flußeisen eine Verminderung bei ungefähr 115° C. Die Qu schnittsverminderung erreicht einen Mindestwert für beide We stoffe bei ungefähr 200 bis 250° C, der mit dem Höchstwert Festigkeit zusammenfällt. Hier besteht der Zustand der größ Sprödigkeit. Überraschend ist die starke Veränderlichkeit Schlagzahlen, die besonders beim Flußeisen in die Augen sprin Zuerst erfahren beide Werkstoffe eine Abnahme von Z_B, die das Flußeisen am geringsten ist. Der Mindestwert wird b Flußeisen früher erreicht als bei den Chrom-Nickel-Stäh nämlich bereits bei 50° C gegenüber 160° C. Der vergü Chrom-Nickel-Stahl erfährt den größten Abfall. Auf die

Abb. 12. Schlagzahlen in Abhängigkeit von der Temperatur bei Flußeisen und Chrom-Nickel-Stahl.

hmende Zone folgt eine des starken Anwachsens, die für Flußen bis 150 ° C und für Chrom-Nickel-Stahl bis ungefähr)° C reicht. Hierbei erreicht das geglühte Flußeisen Werte, den Anfangswerten des vergüteten Chrom-Nickel-Stahles hezu entsprechen. Bei etwa 300 ° C sind die Werte, wie sie gewöhnlichen Temperaturen erhalten werden, wieder erreicht, seits 300 ° C fallen sie stark ab; die Unterschiede zwischen i einzelnen Werkstoffen sind schließlich nur noch klein. Im rigen hat der vergütete Chrom-Nickel-Stahl eine größere Erdungsfestigkeit als der geglühte.

Die Festigkeitsverminderungen der Werkstoffe lassen sich, e man sieht, gerade bei diesen verhältnismäßig niedrigen Temeraturen mit dem Dauerschlagwerk scharf verfolgen. Bei unsern tersuchungen traten Unterschiede in allen Festigkeitswerten

Abb. 13. Festigkeit und Dehnung in Abhängigkei von der Temperatur bei Chrom-Nickel-Stählen.

, die aber keineswegs parallel miteinander gehen. Es ist von ert, einmal nachzuprüfen, ob hier etwa ein einfacher Zummenhang zwischen den Ergebnissen der Zugprobe und der hlagprobe besteht. Von einem unmittelbaren Zusammenhang ischen der Festigkeit (σ_S und σ_B) und der Schlagzahl kann ht die Rede sein, vergl. z. B. Flußeisen:

Festigkeit σ_B	42,7	44,9	50,0	58,9 kg/mm²
Schlagzahl Z_B	7784	23156	8500	29995.

nlich ist es beim Chrom-Nickel-Stahl, wenn auch die allneine Neigung der Schlagzahl, mit wachsender Festigkeit zuehmen, unverkennbar ist.

Noch verwickelter ist der Zusammenhang zwischen der nnung bzw. der Querschnittverminderung und der Schlagzahl. n den gebräuchlichen Wertziffern nach Wöhler $\left(\sigma_B+\frac{\delta}{100}\right)$ l Tetmajer $\left(\sigma_B\times\frac{\delta}{100}\right)$ wird die letztere oft als Maßstab für die Zähigkeit benutzt. Die Formel $\left(\sigma_B+\frac{\delta}{100}\right)$ entbehrt vollkommen einer Begründung; eher ist die Beziehung $\left(\sigma_B\times\frac{\delta}{100}\right)$ zu verstehen, weil sie sich der Zerreißarbeit nähert. Aber ein Zusammenhang zwischen ihr und der Schlagzahl besteht nicht, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Chrom-Nickel-Stahl		Flußeisen	
$\sigma_B\times\frac{\delta}{100}$	Z_B	$\sigma_B\times\frac{\delta}{100}$	Z_B
9,3	32 192	6,8	23 156
10,1	26 542	8,9	6 690
10,3	33 000	10,7	7 784
10,6	12 460	10,8	29 995
10,9	32 965	10,9	2 108
12,7	40 209	12,4	8 500
15,1	30 823	14,4	27 607

Abb. 14. Festigkeit und Dehnung in Abhängigkeit von der Temperatur bei Flußeisen.

Das Gleiche geht aus den Schlagversuchen von Ehrensberger[1]) hervor:

Kohlenstoffstähle.

$\sigma_B\times\frac{\delta}{100}$	8,3	9,0	9,2	11,2	11,7	12,0	12,2	13,3	13,9	14,8	16,7	18,3
Schlagfestigkeit mkg/cm²	11,2	12,0	18,5	5,6	20,4	4,6	22,4	4,7	24,1	9,0	15,1	22,1

Dauerschlag- und Kerbschlagproben bewerten den Werkstoff also anders als der Zugversuch; sie ergeben oft eine ungenügende Widerstandsfähigkeit gegen Dauerbeanspruchung, während der Zugversuch dafür keinen Anhalt bietet. Man erkennt hieraus die unbedingte Berechtigung des Heynschen Ausspruches: „Schlagproben sind zum wenigsten bei Eisen und seinen Legierungen unerläßlich, wenn man sich ein vollständiges Bild von den Eigenschaften des Materials verschaffen will.“ [1363]

[1]) Vergl. Z. 1907 S. 1974.

rsenkter Einbau von Hochspannungs-Ölschaltern.

In Z. 1923 S. 35 erwähnt G. Lux den versenkten Einbau von 20 kVhaltern und hebt gleichzeitig die besonderen Vorteile dieser Anordg hervor. Diese Vorteile bestehen in vollem Umfange auch bei rer, in Z. 1922 S. 849 beschriebenen neuen Bauart von Hochspannungsaltanlagen. Die Zugänglichkeit des Ölgefäßes selbst ist unwichtig; Hauptsache ist leichte Zugänglichkeit und Kontrollmöglichkeit des alterinnern, d. h. der Kontakte und Isolatoren. Zur Kontrolle des alterinnern wird bei der auf S. 35 skizzierten Anordnung der schwere übel mit Inhalt gesenkt und nachher wieder angehoben, während der neuen Bauart von Brown, Boveri & Cie. in der gleichen Zeit bedeutend leichtere Schalterdeckel zusammen mit den daran beigten inneren Ölschalterteilen angehoben und nachher wieder ge-t wird.

Zu dem Vergleich, den Herr Lux zwischen der seitherigen Bauweise der neuen BBC-Bauart zieht, nach der außer den Umspannwerken rzburg, Schweinfurt und Mainaschaff des Bayernwerkes bereits veredene andere Werke gebaut werden, bemerken wir folgendes: Wir en vollständig mit Herrn Lux einig, daß in einer modernen Schalt-ge der größte Wert auf bequeme und rasche Kontrollmöglichkeit Schalterinnern zu legen ist, und gerade in dieser Hinsicht bietet r neuer offener Ölschaltereinbau mit versenktem Ölraum wesente Vorteile gegenüber dem bisherigen Ölschaltereinbau in vollständig schlossene Kammern.

Bei der BBC-Bauart findet die Untersuchung des Schalterinnern nötigenfalls auch der Einbau von Ersatzteilen ohne Transport des halters an Ort und Stelle statt. Zu diesem Zweck wird der Deckel mit den daran befestigten inneren Ölschalterteilen mittels eines elektrisch angetriebenen Hubwagens in wenigen Minuten vom Kübelring abgehoben und nachher in der gleichen Zeit wieder aufgesetzt. Eine Schalteruntersuchung und kleinere Instandsetzungsarbeiten lassen sich also mit ganz geringer Betriebsunterbrechung durchführen und ohne im Hochspannungsraum über jedem Schalter dauernd verfügbare Hebezeuge. Ergibt die Prüfung die Notwendigkeit einer größeren Instandsetzung, so wird der im Hubwagen hängende Schalter der Werkstätte zugeführt, und ein etwa verfügbarer Ersatzschalter an seine Stelle eingesetzt. Nötigenfalls kann mit dem gleichen Hubwagen auch der Ölkübel gehoben und befördert werden.

Beim bisherigen Einbau ist eine Untersuchung des Schalterinnern an Ort und Stelle unmöglich. Der ganze Schalter muß hierzu vielmehr mit Kübel und Ölfüllung aus der Zelle gezogen und mittels eines besonderen Beförderungsgerätes nach der Werkstätte unter ein Hebezeug gefahren werden. Nach der Untersuchung wird der Schalter auf gleichem Wege in seine Kammer gefahren. Erst wenn die Untersuchung des Ölschalters die Notwendigkeit einer größeren Instandsetzung ergibt, wird ein etwa verfügbarer Ersatzschalter an seine Stelle in die Kammer gebracht. Jeder Betriebsleiter kann selbst beurteilen, wieviel Zeit und Personal das Auswechseln eines gefüllten 5 bis 6 t schweren Ölschalters beansprucht, und weiß aus Erfahrung, daß diese Arbeit sich nicht in wenigen Minuten erledigen läßt. Während bei dem bisherigen Einbau die mühsame Beförderung zu jeder Untersuchung nötig ist, kommt bei unserm Einbau die Beförderung eines erheblich geringeren Gewichtes (da ohne den gefüllten Ölkübel) nur bei größeren Instandsetzungsarbeiten vor. [M 369]

Mannheim-Käfertal. Brown, Boveri & Cie. A.-G.

Amerikanische Großgüterwagen.

Von Gustav Reder, Berlin.

Umfang der Bestellungen an Großgüterwagen in den Ver. Staaten. — Vergleich der Abmessungen der verschiedenen Wagen. — Bauarten der Großgüterwagen, bei denen genügende Steifigkeit des Kastens und ein gutes Anschmiegen der Achsen an Gleisunebenheiten zu erzielen war.

Während in Deutschland erst in den letzten Jahren planmäßig die Schaffung von Großgüterwagen für 50 t Last betrieben wird[1]) und solche von etwa 30 t Tragfähigkeit und darüber zu den Großgüterwagen zählen, bilden solche von 35 bis 60 t in den Vereinigten Staaten von Amerika die Regel, so daß erst Wagen von etwa 85 t aufwärts drüben als Großgüterwagen anzusprechen sind. Wagen von derartig hoher Tragfähigkeit benutzte man vor dem Kriege vereinzelt für den Erzverkehr. In den letzten Jahren wurden sie in immer größerer Zahl für schweren Kohlenverkehr in Dienst gestellt, insbesondere auf den die Kohlen aus den virginischen Grubenfeldern abfahrenden Bahnlinien. In dieser Hinsicht ist der Bestand an Güterwagen der hauptsächlich diesem Verkehr dienenden Virginischen Eisenbahn sicher bemerkenswert. Sie verfügte im Jahre 1921 über folgende Arten von Güterwagen:

Zahl	Ausführung	Ladegewicht in t[2])
534	gedeckte Güterwagen	36,3
182	Plattformwagen	36,3
994	Viehwagen	36,3
148	Trichterwagen	45,4
2171	„ aus Eisen	47,6
998	„ „ „	49,9
2984	offene Kastenwagen	47,6
990	„ „	49,9
1000	„ „	98,9

Die zuletzt aufgeführten 1000 Wagen von fast 100 t Ladegewicht hat diese Bahn als erste nach etwa dreijährigen, von 1917 an vorgenommenen Versuchen bestellt. Etwas später hat die Norfolk- und West-Bahn 500 und die Chesapeake- und Ohio-Bahn 1000 Wagen von 90 t Ladegewicht beschafft. In Zahlentafel 1 sind die Abmessungen der drei Bauarten zusammengestellt, denen zum Vergleich die Zahlen eines europäischen, von Krupp gebauten achtachsigen Plattformwagens von 90 t Ladegewicht und eines der deutschen Großgüterwagen beigefügt sind.

Gemeinsam sind den drei amerikanischen Bauarten dreiachsige Drehgestelle bei denen besonderer Wert darauf gelegt worden ist, daß sie sich an die Gleisunebenheiten anschmiegen; denn sie müssen scharfe Knicke in den Rampen der Entlade- und Kippvorrichtungen befahren. Sie sind sämtlich mit dreizylindriger Westinghouse-Luftdruckbremse für Leer- und Volllasteinstellung, verbunden mit Spindelbremse, versehen, die so eingestellt wird, daß jedesmal 40 vH des zu bremsenden Gewichtes als Bremskraft ausgeübt wird. Bemerkenswert ist das günstige Verhältnis der Nutzlast zum Dienstgewicht von 74,6 bis 78,3 vH, gegenüber 60 bis 61 vH bei den in Deutschland üblichen zweiachsigen Güterwagen von 15 t Ladegewicht und etwa 67 bis 68 vH bei den eisernen 20-t-Wagen.

Der Achsdruck des Wagens für die Virginische Eisenbahn kommt mit rd. 24 t dem der Lokomotiven der meisten amerikanischen Bahnen gleich, bleibt aber um etwa 4 t unter dem Achsdruck der neuesten 1 E + E 1-Lokomotiven derselben Bahn. Der Wagen der Norfolk- und Westbahn hat dagegen nur 19,2 t Achsdruck, bleibt also unter dem in England teilweise zulässigen Achsdruck von 20 t, sowie unter dem für Großgüterwagen in Deutschland vorgesehenen Achsdruck von ebenfalls 20 t des Lastenzuges N[3]). Der Norfolk-Wagen schneidet in bezug auf das Verhältnis von Nutzlast zu Dienstgewicht bei weitem am besten ab.

100 t-Wagen der Virginischen Eisenbahn.

Die Wagen, Abb. 1, sind von der Pressed Steel Car Co. in Pittsburg geliefert. Sie stellen die größten bisher gebauten Wagen für gewöhnlichen Verkehr dar, so daß wie bei den Lokomotiven, auch hierbei die Virginische Eisenbahn den Rekord hält. Auffallend sind die außen völlig glatten Seitenwände ohne Türen, da diese Wagen nur in Klippern entladen werden[4]) und hervorragende Teile dabei leicht verbogen oder beschädigt werden können. Ferner wird dadurch das verfügbare Lademaß soweit wie möglich ausgenutzt. Aus diesem Grunde ist auch der Boden zwischen den Drehgestellen heruntergezogen. Er ist durch Wulsteisen mit der Unterkante der Seitenwände verbunden, die als Tragwerk ausgeführt sind.

Abb. 1. 100 t-Güterwagen der Virginischen Eisenbahn.

Abb. 2 bis 4. Drehgestell mit zwei getrennten Seitenrahmen und (nur zur Hälfte) sichtbarer Wiege mit zwei Kastenstützen und vier Pratzen, die auf je drei Federn ruhen.

Zahlentafel 1.

Konstruktionszahlen amerikanischer Großgüterwage[n]

		Chesapeake- und Ohio-Bahn	Norfolk- und West-Bahn	Virginische Eisenbahn	Krupp (z. Vergleich)	Reichsbahn
Ladegewicht gestrichen voll	t	82,55	75,86	98,88	90	50
Ladegewicht bei 30° Schüttwinkel	„	90,72	90,72	108,86	—	—
Laderaum gestrichen voll	m³	89 936	87 430	107 008	26,5 m² Fläche	
Länge des Rahmens	mm	13 500	13 335	15 460	—	11 05
Länge über die Puffer	„	14 350	14 070	16 245	14 250	12 35
Abstand der Drehzapfen	„	9 335	9 650	11 220	8 000	
Gesamtradstand der Drehgestelle	„	2 745	2 590	2 640	3 750	1 50
Höhe der Kastenoberkante über S.-O.	„	3 355	3 355	3 355	1 725	3 69
lichte Länge des Kastens	„	13 180	12 980	15 080	12 000	
„ Breite des Kastens	„	3 085	2 895	3 120	2 700	2 80
„ Tiefe des Kastens im mittleren Teil	„	2 275	2 600	2 570	—	—
größte Breite	„	3 140	3 080	3 130	2 700	
Gewicht des Wagenkastens	t	18,64	13,16	19,60	—	
Gewicht der beiden Drehgestelle	„	12,34	11,00	16,20	—	
Leergewicht	„	30,98	24,72	35,79	33,80	
Dienstgewicht	„	121,70	115,00	144,65	123,80	
Verhältnis von Nutzlast zu Dienstgewicht	vH	74,6	78,9	75,3	72,6	
Achsdruck	t	20,28	19,16	24,11	15,47	
Raddurchmesser	mm	838	838	838	950	

[1]) Vergl. Z. 23. Sept. 1922 S. 885/90: Laubenheimer, Großgüterwagen für Massenverkehr.
[2]) Hier und im folgenden ist immer 1 t = 1000 kg gemeint.
[3]) Vergl. Z. 1922 S. 895.
[4]) Vergl. Z. 1921 S. 951.

Die vierzehn innenliegenden Seitenwandversteifungen be-
hen zur Hälfte aus dreieckigen Knotenblechen, die mit Win-
n an die 6 mm dicken Seitenbleche und an die Querträger
ietet sind, zur Hälfte aus Winkelwulsteisen. Die Seitenwände
men nur die Last auf, während die aus zwei U-Eisen von
mm Höhe bestehende Mittelschwelle die gesammten Zug- und Stoßkräfte überträgt. Die Flansche dieser U-Träger sind nach innen gerichtet und durch ein oberes Gurtblech sowie durch je einen unteren Winkel von 102 × 89 × 9,5 mm Querschnitt verstärkt. Auch die Querschwellen sind aus Walzträgern zusammengesetzt.

Abb. 5 bis 7. Dreiteiliger Seitenrahmen, Wiege in den äußeren Rahmenteilen gestützt.

Die Seitenbleche sind oben um 15° nach innen geneigt. Die Seitenwandversteifungen setzen sich oben außen in gußstählernen, zum Teil auch in vernieteten Randversteifungen fort, über die die Seitenwände umgebördelt sind, um eine hohe Steifigkeit zu erzielen. Die Endfelder der Seitenwände sind nach innen eingezogen, damit die vorgeschriebenen Tritte und Handgriffe nicht über die äußere Umgrenzung hervorragen. Die Stirnwände bestehen ebenfalls auf 6 mm dicken Blechen und sind durch zwei stählerne, wagerecht über die ganze Breite sich erstreckende Balken versteift.

Die dreiachsigen Drehgestelle sind nach verschiedenen Bauarten ausgeführt. 500 Wagen haben Drehgestelle der Lamont- oder der Lewis-Bauart und 500 solche nach Buckeye. Verlangt war, daß Krümmungen von 87 m Halbmesser und Neigungswechsel mit Übergängen von 106 m Halbmesser durchfahren werden können. Die Gestelle des Wagens Abb. 1 gehören der Bauart Lewis an und bestehen aus zweiteiligen gußstählernen Seitenramen, von denen der eine zwei, der andere nur ein Achslager enthält, Abb. 2 bis 4. Beide Teile sind oberhalb jedes mittleren Achslagers durch einen Bolzen gelenkig miteinander verbunden. Die Seitenstützen des Wagenkastens ruhen mittels Walzenlager auf zwei Tragflächen einer rechtwinkligen Wiege. Die vier Ecken dieser Wiege belasten die Seitenrahmen je mittels dreier in Anschnitten angeordneter Spiralfedern, so daß die Last gleichmäßig auf alle sechs Räder verteilt wird.

Abb. 8. Buckeye-Drehgestell mit auseinandergezogenen Seitenrahmen. a mit b, c mit d } verbolzt.

Die Drehgestelle der Buckeye-Bauart, Abb. 5 bis 8, haben dreiteilige Seitenrahmen. Je zwei außenliegende Teilrahmen sind durch Bolzen mit dem entgegengesetzten Ende des mittleren gelenkig verbunden, Abb. 8. Jeder Rahmenteil umfaßt ein Achslager. Die beiden Seiten werden durch einen in den Rahmenausschnitten geführten Querbalken zusammengehalten, der sich auf jeder Seite auf zwei Spiralfedern stützt. Diese Querbalken werden durch einen Rahmen belastet, der den Dreizapfenbalken und die Gleitflächen aufnimmt. Auch hierbei wird die Last gleichmäßig auf alle sechs Räder verteilt. Die Bremse wirkt bei beiden Bauarten zweiklötzig. Das einzelne Buckeye-Drehgestell wiegt 8390, das der Lewis-Bauart 8096 kg.

Abb. 9 bis 12. 90 t-Wagen der Norfolk- und West-Bahn.

90 t-Wagen der Norfolk- und West-Bahn.

In der eigenen Werkstatt der Bahn in Roanoke sind 500 Wagen gebaut worden, die in ihren Grundzügen denen der Virginia-Bahn ähneln, Abb. 9 bis 12. Die 6 mm dicken Seitenwände laufen eben durch und sind durch je fünf dreieckige Knotenbleche von 6 mm Dicke mit den fünf entsprechenden Querschwellen verbunden. In der Mitte zwischen je zwei Knotenblechen befinden sich zur weiteren Versteifung außenliegende I-Träger. Statt einer Umbördelung der Oberkante sind zur Randversteifung Winkeleisen von 102 × 89 × 10 mm Qerschnitt benutzt, die mit der Außenhaut vernietet sind. Die Endfelder der Seitenbleche sind nicht eingezogen, da die Tritte und Handgriffe in dem Luftraum zwischen Außenhaut und Außenkante der I-Schienen untergebracht werden konnten. Die ebenfalls 6 mm starken Stirnwandbleche sind durch je zwei dreieckige Knotenbleche versteift, die unten an die Längsschwelle angenietet sind. Der Boden aus 6 mm dickem Blech liegt an beiden Enden um die Höhe der Längsschwelle höher, um für die Drehgestelle Platz zu lassen.

Die Längsschwelle besteht aus zwei durchlaufenden [-Eisen von 305 mm Höhe. Oben sind die Flansche in der Mitte durch ein besonderes Gurtblech oder, so lange der Boden höher liegt, durch die Bodenbleche verbunden. Nach innen gekehrte Winkeleisen verstärken den unteren Flansch der [-Eisen. Die beiden Querschwellen, die die Last auf die Drehgestelle übertragen, bestehen aus einem trogförmigen Träger aus 8 mm dickem Blech, der mit der Öffnung nach unten liegt und auf dessen obenliegendem Boden ein T-Träger von 114 × 76 × 8 mm Querschnitt zur Verstärkung angebracht ist. Die trogförmigen Träger sind durch umgebogene Winkel mit der Außenhaut vernietet. Sie nehmen außerdem die Walzenlager, Abb. 13 und 14, auf, die weiter die Last auf die Drehgestelle übertragen. Die Lager bestehen aus kegeligen Stahlwalzen *a*, die durch eine Spurstange mit Muttern in der richtigen Entfernung gehalten werden und, da ihre untere Lauffläche wagerecht liegt, oben schräge Widerlager *b* aus Stahlguß erfordern. Vorsprünge an diesen und beiderseitige Spurkränze an der unteren Lauffläche sichern weiter die Führung. Diese Anordnung gestattet angeblich, Krümmungen von 50 m Halbmesser zu befahren. Damit sich der Wagenkasten beim Abheben durch einen Kran nicht durchbiegt, sollen die Haken an den Aussparungen der Außenhaut angreifen, die gleichzeitig das Einbringen der Spurstange ermöglichen.

Die Drehgestelle nach eigener Bauart, Abb. 15 und 16, haben zweiteilige Seitenrahmen, die über dem mittleren Achslager durch Bolzen gelenkig miteinander verbunden sind. Der Wagenkasten ruht mittels der erwähnten Walzenlager auf zwei über den eigentlichen Seitenrahmen liegenden Längsbalken, die durch Schrägen fest verbunden sind; im Schnittpunkt der Schrägen ist das Drehzapfenlager angeordnet. Die Lagerbalken stützen sich an den Enden auf je vier in einem Rahmenausschnitt

Abb. 13 und 14. Befestigung der Walzlager.

Abb. 15 und 16. Drehgestell der Norfolk- und West-Bahn mit zweiteiligem Seitenrahmen.

Abb. 17 bis 19. 90 t-Wagen der Chesapeake und Ohio-Bahn.

liegenden Schraubenfedern. Die Bremse wirkt einklötzig auf jedes Rad.

Mit diesen Wagen sind Versuche angestellt worden, um festzustellen, ob ein Verdrehen des Wagenkastens von Einfluß auf die Radbelastung wäre. Selbst bei Verdrehungen um 60 bis 70 mm waren diese Änderungen nicht von nennenswerter Bedeutung. Durch Fortfall aller entbehrlichen Versteifungen und durch die besondere Anordnung des Drehgestells ist es gelungen, das Gewicht im Verhältnis zu dem der andern Wagen wesentlich einzuschränken, wie aus Zahlentafel 1 ersichtlich ist.

90 t-Wagen der Chesapeake- und Ohio-Bahn.

Die Wagen werden zur Hälfte von der Pressed Steel Car Co. und von der Standard Steel Co. geliefert; im ganzen sind auch von dieser Bahn 1000 Wagen bestellt worden. Der Wagenkasten, Abb. 17 bis 19, ähnelt hinsichtlich der Versteifungen dem der Virginischen Bahn, nur daß der Boden aus 6 mm dickem Blech in einer Ebene durchläuft. Außerdem sind in etwa zwei Dritteln Höhe bei den dritten Knotenblechen, vom Wagenende aus gerechnet, kastenförmige Querstreben aus 6 mm dickem Blech vorgesehen, die beide Seitenwände zusammenhalten.

Abb. 20. Bremsgehänge der zweiklotzigen Bremse.

Im Gegensatz zu den übrigen Bauarten hat dieser Wagen aber vier Bodenklappen von 914 × 762 mm lichter Öffnung, damit im Notfall ohne Kipper entladen werden kann. Die Längsschwelle besteht aus zwei ⊏-Eisen von 300 mm Höhe, deren Flansche nach außen gerichtet sind. Unten sind diese durch Winkel von 89 × 89 × 6 mm verstärkt. Dies obere Gurtblech wird durch die Bodenplatten ersetzt. Auf die Länge der Bodenklappenöffnungen ist über die Bodenplatte ein 508 mm breites Verstärkungsblech genietet. Die Querschwellen oberhalb der Drehgestelle sind 762 mm hoch und in Form eines Sprengwerkes aus einem Stück in Stahl gegossen. Sie liegen oberhalb des Bodens und reichen von Wand zu Wand.

Das Gewicht wird durch einen Stahlguß-Drehzapfen von 406 mm Dmr. und durch zwei Stahlguß-Gleitplatten von 102 × 406 mm² Fläche auf das Drehgestell übertragen. Ihre Mitten haben 559 mm Abstand von der Wagenlängsachse. Sie liegen nicht fest auf, sondern haben 6 mm Spiel gegen die Gleitplatten der Drehgestelle. Außer den genannten sind noch drei Querschwellen aus 6 mm dickem Blech vorhanden, deren Enden durch Knotenbleche mit dem Bodenbelag fest vernietet sind.

Die 6 mm dicken Stirnwände sind durch je zwei trogförmige Querverstrebungen aus 8 mm dickem Blech und an der Oberkante durch ein ٦-förmiges Winkeleisen von 107 × 89 × 10 mm Querschnitt wirksam versteift. Die Endfelder der Seitenwände sind eingezogen. Die Seitenbleche überlappen zum Nieten die Stirnbleche an den Ecken. Die Endfelder des Bodenbelags sind durch Schrägverstrebungen aus Preßblech von 6 mm Dicke versteift.

Die Drehgestelle, Bauart Lewis, entsprechen denen der 100 t-Wagen der Virginischen Eisenbahn. Die seitlichen Gleitplatten bestehen aus angegossenen Taschen, in denen Futterstücke und drei 5 mm dicke Zwischenlagen auf das verlangte Spiel von 6 mm einstellbar sind. Die zweiklötzige Bremsanordnung zeigt Abb. 20. Wie schon eingangs erwähnt, sollen jeweils 40 vH des Leer- bzw. des Dienstgewichtes abgebremst werden, was im ersten Fall einem Klotzdruck von rd. 1000 kg, im zweiten einem solchen von rd. 4000 kg entspricht. Die Bremsbalken bestehen aus 102 mm hohen I-Eisen.

Wenn auch für europäische Verhältnisse derartige Wagen in absehbarer Zeit nicht zur Verwendung gelangen werden, so beweisen sie doch, wie man durch großzügiges Vorgehen in der Lage ist, die Leistungsfähigkeit der Eisenbahn erheblich zu vermehren, so daß sie den Leistungen eines vielleicht kostspieligeren Wasserweges mindestens gleichkommt oder sie infolge höherer Geschwindigkeit und größerer Freizügigkeit sogar übertreffen kann. Zehn 100 t-Wagen würden einen 1000 t-Schleppkahn ersetzen. Nach den Untersuchungen von Sanzin[1]) hat der Schleppkahn bei 10 km/h für eine Tonne Ladung etwas mehr als 4 kg/t Fahrwiderstand. Bei derselben Geschwindigkeit würde ein 1000 t-Zug nur rd. 2,2 kg/t Fahrwiderstand haben, oder bei gleichem Widerstand etwa mit 43 km/h befördert werden können. [1000]

[1]) Vergl. „Die Lokomotive" 1921 Heft 1, 3 u. 4.

Braunkohlenstaub-Feuerung im Stahlwerk Becker.

Im Stahlwerk Becker A.-G., Willich, entschloß man sich, wegen der immer empfindlicher werdenden Knappheit an Braunkohlenbriketten, auf deren Vergasung das Stahlwerk ursprünglich eingerichtet war, nach ungünstig verlaufenen Versuchen, Rohbraunkohlen in vorhandenen Gaserzeugern zu vergasen, zur Anwendung von Kohlenstaubfeuerungen. Eine von den Büttner-Werken A.-G., Uerdingen, gebaute Anlage zum Trocknen und Mahlen des Brennstoffes wurde im März 1921 in Betrieb genommen. Diese Anlage arbeitet seitdem durchaus zufriedenstellend, nachdem im Laufe der Zeit einige notwendige Änderungen vorgenommen worden sind. Heute werden täglich 20 bis 22 t Staub verfeuert, was zur Bedienung von vier Öfen von etwa 2 m Herdbreite und 8 m Herdlänge ausreicht.

Die Trockenanlage besteht aus einer mit Rohbraunkohlen beschickten Treppenrostfeuerung, deren Heizgase durch eine langsam umlaufende Trommel gesaugt werden. Die zu trocknenden Rohbraunkohlen laufen durch einen Vorbrecher und werden dann durch ein Becherwerk in die Trommel geleitet, wo sie mit den Heizgasen von 500 bis 600 ° C behandelt werden, um dann durch einen Überlauf in eine Schnecke zu fallen, die sie zur Mahlanlage (Ringmühle) bringt. Der bis zu einer bestimmten Feinheit abgesichtete Staub wird in einer Abfüllstelle in Kübel gefüllt und nach den Behältern der Staubfeuerungen geführt. Der Kraftbedarf der gesamten Trocken- und Mahlanlage beträgt 40 kW. Der Bedarf an Heizkohlen für den Treppenrost macht 27 bis 30 vH der zum Trocknen aufgegebenen Kohlenmenge aus. Die Braunkohlen stammen zum Teil aus eigenen Gruben der Gesellschaft, zum Teil sind es bayerische und Westerwälder Rohbraunkohlen von sehr holziger Beschaffenheit und mit einem Aschengehalt bis zu 37 vH.

Die Ergebnisse dieser Versuchsanlage führten später zum Bau einer größeren Anlage, die es ermöglichen sollte, alle Wärm-, Glüh- und Stoßöfen des Werkes zu bedienen. In dieser neuen Trockenanlage werden täglich bis zu 450 t Braunkohlen behandelt. Sie besteht aus zwei Trommeln (der Büttnerwerke A.-G.), deren jede täglich 160 t Rohbraunkohlen von 60 auf 15 vH Wassergehalt trocknen kann. Zum Mahlen der Braunkohlen dienen drei je durch einen besondern Motor angetriebene Mühlen der Rheinischen Maschinenfabrik Neuß. Nach den einzelnen Verbrauchstellen wird der Staub durch eine Trockenluftförderanlage der Maschinenfabrik Hartmann A.-G., Offenbach, befördert, deren Kompressor mit 0,5 at arbeitet. Die Förderleitungen sind in einer von 8 auf 14 m ansteigenden Höhe teils auf Böcken an den Gebäudewänden, teils auf freistehenden Masten verlegt. Der eine Strang dieser Leitung ist 420 und der andre 400 m lang. Aus den Ausblasegefäßen am Ende dieser Rohrstränge wird der Staub in Kübel mit Trichterverschluß gefüllt, die ihn unmittelbar zu den kleineren Behältern an den Verwendungsstellen führen. Auch dieser Teil der Beförderung soll später für Druckluft eingerichtet werden.

Der in den Staubfeuerungen brennende Staub hat im Mittel 12 bis 18 vH Feuchtigkeitsgehalt, 50 vH und mehr Gasgehalt und gewöhnlich einen Feinheitsgrad, der gekennzeichnet wird durch 15 bis 30 vH Rückstände auf einem Sieb von 4900 Maschen auf 1 cm². Der Heizwert beträgt 4500 bis 4800 kcal, kommt also dem der Braunkohlenbriketts völlig gleich. Gegenüber der Heizung mit Generatorgas ist auf den bisher im Betriebe befindlichen Kohlenstauböfen eine dem Gewicht nach erhebliche Brennstoffersparnis zu verzeichnen, ganz abgesehen von den selbst bei sehr gut arbeitenden Gaserzeugern unvermeidlichen Gasverlusten. Der Aschengehalt der Rohbraunkohlen beträgt 2 bis 7 vH, der des Staubes dementsprechend 5 bis 9 vH. Die Flugasche aus dem verbrannten Staub kann zum Teil aus einer den Stauböfen vorgelagerten Verbrennkammer als Schlacke abgezogen werden, zum Teil geht sie in den Herdraum und die Abzugkanäle der Öfen, die infolgedessen zeitweilig gereinigt werden müssen.

Die Staubfeuerungen bestehen aus einem Staubbehälter, einer durch Reibgetriebe bewegten regelbaren Zumeßschnecke, einem Ventilator und einem in die Verbrennungskammer des Ofens mündenden, mit Düse versehenen Rohr, durch das das Staubluftgemisch herangeführt wird. Wo nötig, wird zum völligen Verbrennen des Staubes noch Zweitluft angesaugt. Es hat sich ergeben, daß man bei Wärmöfen mit Kohlenstaubfeuerung von der Verwendung warmer Luft im allgemeinen absehen kann. Die Öfen bestehen infolge des Fortfallens der Einrichtungen zum Vorwärmen nur noch aus einem Oberbau, wodurch die Herstellung des Ofens wesentlich verbilligt wird. Die Temperatur der Staubflamme erreicht bei kalter Luft 1500 bis 1650 ° C. Bei Verwendung vorgewärmter Luft von 160 ° C konnte sie auf 1730 ° gesteigert werden. Verhältnismäßig gering ist der Verschleiß an feuerfestem Baustoff. So war einer der Kohlenstauböfen elf Monate ununterbrochen im Betrieb, ehe die Verbrennungskammer teilweise erneuert werden mußte.

Einen Ofen von etwa 2 m Herdbreite und 8 m Herdlänge kann man in 2 bis 4 h auf volle Temperatur bringen. Sehr vorteilhaft und wirtschaftlich ist auch die Möglichkeit, den Ofen beliebig abzustellen oder auch langsamer zu betreiben, falls das bei Betriebstörungen und Unterbrechungen erforderlich wird. („Stahl und Eisen" 22. März 1923.) [M 380]

Ermittlung der Fahrzeiten durch Zeichnung.

Von Privatdozent Dr.-Ing. W. Müller, Regierungsbaurat im Reichsverkehrsministerium, Berlin.

Das beschriebene Verfahren ermöglicht, den bildlichen Fahrplan von Zügen unmittelbar aus den Beschleunigungskräften der Lokomotiven aufzuzeichnen.

Der Fahrplan setzt die Streckenfahrzeiten zwischen den Haltestellen sowie die Ankunft- und Abfahrzeiten der Züge fest. Die Fahrzeit ist daher grundlegend für Aufstellung und Durchführung des Fahrplans und von größtem Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes. Zu kurze Fahrzeiten verursachen Verspätung und ungünstige Beanspruchung der Lokomotiven, zu lange Fahrzeiten beeinträchtigen die Leistungsfähigkeit der Strecken. Richtige Fahrzeiten müssen ein zuverlässiges Bild des Zuglaufs infolge der Lokomotivkräfte sowie der Fahrzeug- und Streckenwiderstände sein. Die richtigsten Fahrzeiten sind daher auch die wirtschaftlichsten. Sie können nicht nach der Erfahrung, sondern müssen nach wissenschaftlich begründeten Regeln ermittelt werden.

Die rechnerische Ermittlung der Fahrzeiten auf wissenschaftlicher Grundlage stieß wegen der nicht geringen mathematischen Vorkenntnisse, die sie voraussetzen, auf Schwierigkeiten, die um so eher vermieden werden müssen, als es sich bei der Berechnung der Fahrzeiten um massenweise auftretende Arbeiten handelt, die meist von nicht akademisch vorgebildetem technischem Personal zu bewältigen sind. Zeichnerische Verfahren, die diese Schwierigkeiten umgehen und mit verhältnismäßig einfachen Überlegungen auskommen, sind daher den rechnerischen vorzuziehen.

Zug- und Widerstandskräfte.

Die Bewegung eines Zuges hängt ab von den Zugkräften Z und den zu überwindenden Widerständen W. Ist $Z = W$, so fährt der Zug mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Wird $Z > W$, so beschleunigt sich sein Lauf, der sich wieder verzögert, wenn $Z < W$ wird. Die Zugkräfte Z sind bei den Dampflokomotiven von der Leistung des Kessels abhängig und nehmen mit wachsender Geschwindigkeit nach einem Gesetz ab, das durch die Art der Kraftquelle gegeben ist. Die Kesselzugkräfte werden nach oben hin durch die Reibungszugkraft begrenzt, die durch die Last auf den Triebachsen und die Reibung zwischen Rad und Schiene bestimmt ist. Größere Kesselzugkräfte würden Radschleudern hervorrufen. Die Reibungszugkraft ändert sich nicht mit der Geschwindigkeit und reicht von $V = 0$ bis $V_\ddot{u}$ km/h, dem Übergang zur Kesselzugkraft.

Abb. 1. Ermittlung der d_0-Linie. d_0 Beschleunigungskraft für 1 t Zugkraft auf der Wagerechten.

Die Widerstände setzen sich zusammen:

1) aus denen auf der wagerechten geraden Bahn, die von der Reibung, den Stößen und dem Luftwiderstand abhängen und mit der Geschwindigkeit zunehmen,
2) aus den Steigungs- und Krümmungswiderständen, die sich für dieselbe Steigung und denselben Krümmungshalbmesser nicht ändern.

Die Überschüsse der Zugkräfte über die unter 1) genannten Widerstände liefern die Beschleunigungskräfte auf der wagerechten geraden Bahn. Teilt man diese Werte durch das Zuggewicht, so erhält man die Beschleunigungskräfte d_0 für eine Tonne Zuggewicht, die für die einzelnen Geschwindigkeiten von einer wagerechten Achse nach oben aufgetragen, durch Verbindung der Endpunkte die sogenannte d_0-Linie ergeben, Abb. 1, die mit zunehmender Geschwindigkeit abnimmt. Bezüglich der Berechnung der Zugkräfte und Widerstände auf der wagerechten geraden Bahn wird auf die Veröffentlichungen im „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens" 1918 S. 117 und 134, in den „Hanomag-Nachrichten" 1921 Heft 87 und in der „Verkehrstechnische Woche" 1922 Heft 10 verwiesen.

Der Steigungswiderstand beträgt für s vT Steigung und 1 t Zuggewicht s kg und ist der einzige Widerstand, der theoretisch genau bestimmbar ist. Der Krümmungswiderstand bei dem Halbmesser R in m ist nach Versuchen von v. Röckl $w_v = \frac{650}{R - 55}$ kg/t und wird als Steigungszuschlag berücksichtigt.

Gelangt der Zug von der wagerechten geraden Bahn auf die Steigung s_1 vT, Abb. 2, so vermindert sich die Beschleunigungskraft d_0 um s_1 kg/t. Die Abstände der d_0-Linie von der Wagerechten im Abstand s_1 oberhalb der Geschwindigkeitsachse, Abb. 1, sind demnach die verkleinerten Beschleunigungskräfte $d = d_0 - s_1$. Befährt der Zug mit höherer Geschwindigkeit den Wechsel von einer schwachen Neigung auf eine stärkere Steigung s_2, so überwiegt der Steigungswiderstand s_2, und es treten die Verzögerungskräfte $- d = d_0 - s_2$ auf. Bei diesen Kräften verläuft die d_0-Linie unterhalb der Wagerechten für die Steigung s_2. In dem Schnittpunkt K_2 der Wagerechten für s_2 mit der d_0-Linie hat der Zug eine Geschwindigkeit, mit der er sich gleichmäßig auf der zugehörigen Steigung bewegt, da ja $d_0 = s_2$ ist.

Auf den Gefällen $+ s$ vT vergrößern sich die Beschleunigungskräfte um die Gefällkraft s kg/t zu

$$d = d_0 + s \text{ kg/t}.$$

Abb. 2. Zeit-Weg-Linie.

Die zeichnerische Fahrzeitermittlung.

Aus der d_0-Linie und den Steigungswagerechten soll die Bewegung des Zuges in derselben Darstellungsweise wie bei den bildlichen Fahrplänen aufgezeichnet werden. Hierin sind im allgemeinen die Wege als Abszissen und die Zeiten als Ordinaten aufgetragen. Die den Zuglauf darstellende Linie wird demnach als Zeit-Weg-Linie bezeichnet, Abb. 2. Diese Linie verdient deshalb den Vorzug vor andern Darstellungen des Zuglaufs, weil man bei ihr an der Hand der Strecke und der Zeitangabe durch die Uhr das Bewegungsbild mit der tatsächlichen Zugbewegung unmittelbar vergleichen kann. Es genügen also hierzu die einfachsten und verbreitetsten Hilfsmittel (Längenmaßstab und Uhr).

Die dynamische Grundgleichung Kraft = Masse × Beschleunigung $d = m \frac{\Delta V}{\Delta t}$ gibt an, in welcher Weise die vorgenannten Kräfte auf die Bewegung des Zuges einwirken. $\frac{\Delta V}{\Delta t}$ ist die Beschleunigung, d. h. die Geschwindigkeitszunahme ΔV in der Zeit Δt, die ein beliebig gewählter Bruchteil einer Stunde ist. Für ein negatives d ist $- \Delta V$ die Geschwindigkeitsabnahme in der Zeit Δt. Die Masse für eine Tonne Zuggewicht ist

$$m = \frac{1 \cdot 1000 \beta}{g} \text{ kg } \frac{s^2}{m}.$$

$\beta = 1{,}07$ ist eine unbenannte Zahl, die im Mittel den Zuwachs berücksichtigt, den die der fortschreitenden Bewegung des Zuges entsprechende lebendige Kraft durch die sich drehenden Massen der Räder und Achsen erfährt, $g = 9{,}81$ m/s² ist die Erdbeschleunigung. Da die Geschwindigkeit V und die Geschwindigkeitsveränderung ΔV im Eisenbahnbetrieb in km/h angegeben zu werden pflegen, so empfiehlt es sich, auch g durch diese Größen auszudrücken. Es ist daher:

$$g = \frac{9{,}81 \cdot 3600^2}{1000} \text{ km/h}^2$$

und somit $\quad m = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 1{,}07 \cdot 1000}{9{,}81 \cdot 3600^2} = 0{,}0084 \text{ kg} \frac{\text{h}^2}{\text{km}}$.

Wählt man $\Delta t = 1$ min $= 0{,}0167$ h, so ist

$$\frac{m}{\Delta t} = \frac{0{,}0084}{0{,}0167} = \text{rd. } \frac{1}{2} \text{ kg} \frac{\text{h}}{\text{km}},$$

und für $\Delta t = \frac{1}{n}$ min ist $\frac{m}{\Delta t} = \frac{n}{2}$. Es ist $\frac{m}{\Delta t}$ also ein konstanter Wert. Ist Δt kleiner als 1 min, so ist n größer als 1, z. B. ist für $\Delta t = \frac{1}{2}$ min $n = 2$; falls Δt größer als 1 min ist, ist n ein echter Bruch.

Setzt man den Wert von $\frac{m}{\Delta t}$ in die dynamische Grundgleichung ein, so ist $\pm d = \pm n \frac{\Delta V}{2}$ kg, oder die halbe Geschwindigkeitsänderung in der Zeiteinheit $\Delta t = 1/n$ min ist

$$\frac{\Delta V}{2} = \pm \frac{d}{n} \text{ km/h} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad 1)$$

Mit dieser Gleichung kann man aus einer bekannten Geschwindigkeit V des Zuges seine Geschwindigkeit nach der Zeit $t = 1/n$ min ermitteln. Diese neue Geschwindigkeit ist bei Beschleunigung $V' + \Delta V$ und bei Verzögerung $V' - \Delta V$.

Wie vorher gezeigt, nehmen die d_0-Kräfte mit wachsender Geschwindigkeit ab, d. h. die d_0-Linie nähert sich der Geschwindigkeitsachse. Verläuft diese Linie zwischen V' und $V' \pm \Delta V$ geradlinig geneigt, so ist die mittlere Geschwindigkeit $V_m = V' \pm \frac{\Delta V}{2}$, zu der die Mittelkraft d gehört. Von V' bis $V' \pm \Delta V$ kann also die d_0-Linie durch eine Wagerechte durch den Schnittpunkt dieser Mittelkraft mit der d_0-Linie ersetzt werden.

Formt man die Gleichung 1) um, so daß $d : \frac{\Delta V}{2} = n$ ist, so ist das Verhältnis der d-Kraft zur halben Geschwindigkeitsänderung konstant $= n = \operatorname{tg} \alpha$. Mit dieser Beziehung lassen sich in einfacher Weise wie folgt die Geschwindigkeitsänderungen $\frac{\Delta V}{2}$ aus der d_0-Linie ermitteln.

Auf der Steigung s_1 möge der Zug die Geschwindigkeit V' haben, der in Abb. 1 der Punkt A_2 entspricht. Durch A_2 legt man nach rechts oben unter dem Winkel α_2 eine Gerade, die die d_0-Linie in B_2 schneidet und zieht vom Schnittpunkt nach unten die Senkrechte $B_2 2'$. Eine Gerade unter dem gleichen Winkel α_2 zur Wagerechten durch B_2 nach rechts unten trifft die Wagerechte für die Steigung s_1 im Punkte A_3. Da nun $B_2 2'$ die mittlere Höhe des Trapezes über $A_2 A_3$, also auch die Mittelkraft d ist, die sowohl mit $A_2 2'$ sowie mit $2' A_2$ die Tangente von $\alpha_2 = n$ bildet, so ist $A_2 2' = 2' A_3 = \frac{\Delta V}{2}$. α_2 entspricht $n = 2$ min und α_1 beim Anfahren $n = 1$ min.

Bei Verzögerung liegt nach Abb. 1 Punkt A_4 für die bekannte Geschwindigkeit V' auf der Wagerechten für die stärkere Steigung s_2 oberhalb der d_0-Linie. Um $\frac{\Delta V}{2}$ zu erhalten, legt man hier von A_4 unter dem Winkel α_2 die Gerade nach links unten bis zum Punkt B_4 der d_0-Linie und von B_4 nach links oben die zweite Gerade unter demselben Winkel bis zum Punkte A_5 auf der Wagerechten für s_2. Die Verlängerung der Senkrechten (d-Kräfte) schneidet auf der V-Achse die Geschwindigkeiten $V_m = V' \pm \frac{\Delta V}{2}$ ab. V_m ist die mittlere Geschwindigkeit während der Zeit Δt.

Wenn ein Zug eine Stunde lang mit der gleichförmigen Geschwindigkeit V_m fahren würde, würde er V_m km zurücklegen. Nun fährt er aber nur während der Zeit $\Delta t = 1/n$ min $= 1/60\,n$/h mit dieser Geschwindigkeit. In dieser Zeit Δt legt er dann den Weg $V_m/60\,n = \Delta l$ km zurück. Hier verhält sich demnach:

$$\frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{V_m \cdot 60\,n}{60\,n \cdot 1} \text{ oder } \frac{V_m}{1} = \frac{\Delta l}{\Delta t} \quad \ldots \ldots \ldots \quad 2)$$

Man trägt unter dem Nullpunkt der V-Achse den Polabstand $0P = 1$ auf und zieht von P zu den zeitlich aufeinanderfolgenden mittleren Geschwindigkeiten V_m Polstrahlen. Sodann teilt man die senkrechte Zeitachse des Achsenkreuzes für die Zeit-Weg-Linie, Abb. 2, in gleiche Abschnitte Δt und legt durch diese Teilpunkte Wagerechte. Zieht man nun zu den Polstrahlen Parallelen, aneinandergereiht von Schnittpunkt zu Schnittpunkt, mit diesen Wagerechten, so erhält man die Zeit-Weg-Linie. Die Projektionen der Linienabschnitte auf die Wagerechte sind die in den Zeiten Δt zurückgelegten Wege Δl, wie sich leicht aus der Ähnlichkeit der Dreiecke über einem beliebigen Polstrahl und der zugehörigen Seite der Zeit-Weg-Linie beweisen läßt, Abb. 1 und 2. Die Zeit-Weg-Linie ist hier ohne Zwischenkonstruktionen, wie Geschwindigkeits-Weg- und Geschwindigkeits-Zeit-Linie, lediglich mit Winkel und Lineal aus der d_0-Linie aufgezeichnet worden. Beide Linien, d_0-Linie und Zeit-Weg-Linie, geben in knappster Form ein vollständiges Bild der Zugbewegung. Man kann nämlich für jeden Punkt der Strecke aus der Zeit-Weg-Linie die Fahrzeit und aus der d_0-Linie die zugehörige Geschwindigkeit des Zuges ablesen.

Der Polabstand $0P = 1 = p$ mm ergibt sich aus den Maßstäben für Geschwindigkeit, Länge und Zeit. Ist in der Zeichnung

$\Delta l = 1$ km durch a mm,
1 h durch b mm,

oder $\quad \Delta t = 1$ min $= \frac{b}{60}$ durch b' mm

und $\quad V = 1$ km/h durch c mm

dargestellt, und setzt man in die Gleichung 2) die Strecken für diese Maßeinheiten ein, so ergibt sich nach Umformung:

$$1 = \frac{V_m \cdot 60\,\Delta t}{\Delta l} = \frac{c\,b}{a} = p \text{ mm}.$$

Da die Zeit-Weg-Linie für das Anfahren stärker gekrümmt ist, wählt man, um sich dieser Krümmung besser anzupassen, $\Delta t = 1$ min und macht bei dem gestreckteren Teil dieser Linie $\Delta t = 2$ min. Bei Güter- und Personenzügen geht man nach 1 bis 2 min und bei Schnellzügen nach 2 bis 4 min nach dem Anfahren auf $\Delta t = 2$ min über.

Soll ein Zug auf einer Station halten, so ist der Mehrverbrauch an Fahrzeit während des Bremsens bis zum Halten durch einen Zeitzuschlag zur Fahrzeit für den durchfahrenden Zug auf dem Bremswege zu berücksichtigen. Der Zeitzuschlag für das Bremsen ist gleich der Hälfte der Bremszeit und beträgt

$$\frac{t_b}{2} = \frac{V_e}{2 \cdot 3{,}6 \cdot 60\, p_{rb}} \text{ min}^{1)}.$$

Hier ist V_e km/h die Geschwindigkeit des Zuges bei Beginn des Bremsens und p_{rb} m/s² die mittlere Bremsverzögerung. p_{rb} liegt bei straff gekuppelten Zügen mit durchgehender Bremse zwischen 0,35 und 0,6 m/s². Bei handgebremsten Zügen kann man $p_{rb} =$ 0,15 m/s² annehmen, so daß für Personen- und Schnellzüge mit einem mittleren $p_{rb} = 0{,}465$ m/s² der Bremszuschlag $\frac{t_b}{2} = \frac{V_e}{200}$ min und für Güterzüge $\frac{t_b}{2} = \frac{V_e}{65}$ min ist. Auf den Steigungswiderstand ist beim Bremszuschlag, da in der Regel auf Bahnhöfen gehalten wird und der Bremswiderstand den Steigungswiderstand bedeutend überwiegt, keine Rücksicht zu nehmen. Der zugehörige Bremsweg ist

$$l_b = \frac{V_e^2}{2 \cdot 3{,}6^2\, p_{rb}} \text{ m}.$$

Hilfsmittel für die Aufzeichnung der Zeit-Weg-Linie.

Da die eben beschriebenen Konstruktionen für die Fahrplanaufstellung der Züge häufig massenhaft auszuführen sind, so sollen nachstehend Hilfsmittel zur schnellen Aufzeichnung der Zeit-Weg-Linie beschrieben werden. Das erste Hilfsmittel dient dazu, um für den gleichbleibenden Zeitwinkel die Geschwindigkeitsänderungen $\frac{\Delta V}{2}$ und die mittleren Geschwindigkeiten $V' \pm \frac{\Delta V}{2}$ aus der d_0-Linie zu bestimmen, das zweite, um aus den mittleren Geschwindigkeiten für die Zeiteinheiten die entsprechenden Abschnitte der Zeit-Weg-Linie ohne Aufzeichnung der Polstrahlen aus der d_0-Linie zu übertragen.

Abb. 3. Schablone zur Bestimmung der Geschwindigkeitsänderung und der mittleren Geschwindigkeit (Zeitwinkel).

Der Zeitwinkel ist für $\Delta t = 1$ und 2 min eine Schablone aus steifem Papier, Abb. 3. Diese ist hergestellt für die Annahme, daß in der Zeichnung $d = s = 1$ vT fünfmal größer als $V = 1$ km/h ist. Für $\Delta t = 1$ min ist $n = d : \frac{\Delta V}{2} = 1$. Ist in der Schablone daher die Höhe des gleichschenkligen Dreiecks (senkrechte Seite des Ausschnitts) für 1 min $d = 20$ vT $= 20$ cm angenommen, so ist die halbe Grundlinie $\frac{\Delta V}{2} = 20$ km/h $= 4$ cm lang zu machen. Entsprechend ist für $\Delta t = 2$ min $n = d : \frac{\Delta V}{2} = \frac{1}{2}$, $d = 20$ cm und die halbe Grundlinie $\frac{\Delta V}{2} = 8$ cm in der Schablone

[1]) Vergl. von Keßler, Anhang 1 der Niederschrift 40b des Fahrdienstausschusses.

Abb. 4.
Winkellineal für die Aufzeichnung der Zeit-Weg-Linie.

angenommen. Dies sind die Neigungen der schrägen Innen- und Außenseiten der Schablone. Die senkrechten und schrägen Seiten der Ausschnitte sind, um die Schablone haltbarer zu machen, nicht auf ihre volle Länge ausgeschnitten. Nach den in Abb. 3 eingezeichneten Maßzahlen kann die Zeitwinkelschablone aus steifem Papier schnell und einfach ausgeschnitten werden.

Das Winkellineal, Abb. 4, besteht aus einem hölzernen und aus einem drehbaren Metallineal. Das hölzerne Lineal ist 40 cm lang und 8 cm breit. Die obere Kante hat Zentimeterteilung mit dem Nullpunkt in der Mitte der Kante, von der nach außen beiderseits Geschwindigkeiten von 10 zu 10 km/h bis 100 km/h in je 2 cm Entfernung in dem Maßstabe der Geschwindigkeitsachse der d_0-Linie angeschrieben sind. Falls diese um die Hälfte kleiner eingeteilt ist, entspricht auf der Meßkante 1 cm 10 km/h. Die beiderseitige Teilung von der Mitte der Meßkante nach außen hat den Zweck, mit dem Winkellineal die Zeit-Weg-Linie für Hin- und Rückfahrt aufzeichnen zu können. In 6 cm Abstand von der Meßkante senkrecht unter dem Nullpunkt dreht sich ein Metallschenkel auf der unteren Seite des hölzernen Lineals. In der rechten und linken unteren Ecke dieser Unterseite sind dreieckige Bleche von der Dicke des Drehlineals angenietet, damit letzteres beim Auflegen auf der Zeichnung ungehindert bewegt werden kann. Es ist jedoch durch einen Federring an das Holzlineal so angepreßt, daß es den Winkel, auf den es eingestellt ist, beim Verschieben des Lineals beibehält.

Der Abstand des Drehpunktes des Metallineals von der Meßkante entspricht der Polentfernung

$$p = \frac{V_m \cdot 60\,\Delta t}{\Delta l} = \frac{c\,b' \cdot 60}{a}\ \text{mm}.$$

Da nun $p = l = 60$ mm und $V = 1$ km/h $= 2$ mm durch die Abmessungen des Lineals festliegen, so ergibt sich hieraus, daß $60 = \frac{2 \cdot 60\,b'}{a}$ ist, oder in der Zeit-Weg-Linie ist der Maßstab für den Weg $\Delta l = 1$ km $= a$ mm doppelt so groß wie der für $\Delta t = 1$ min $= b'$mm. Falls $V = 1$ km/h $= 1$ mm ist, sind die Maßstäbe für Zeit und Wege in der Zeit-Weg-Linie einander gleich. Bei Gebrauch des Winkellineals sind nur diese Beziehungen für die Wahl der Maßstäbe zu beachten. Jegliche Berechnung von Maßstäben wird daher vermieden.

Die Anwendung des Verfahrens

bei Gebrauch der beiden Hilfsmittel soll an einem Beispiel aus der Praxis erläutert werden. Für einen Schnellzug, dessen Wagengewicht 400 t von einer P_8-Lokomotive von Westheim bis Ostdorf gefahren werden und dessen Höchstgeschwindigkeit 75 km/h nicht übersteigen soll, sind die Fahrzeiten zu ermitteln. Gegeben ist die d_0-Linie, Abb. 5, und das Längenprofil der Strecke, Abb. 6, worin die Krümmungswiderstände bereits als Steigungszuschläge berücksichtigt sind. Beide sind, letztere schematisch, nach den in der Zeichnung angegebenen Maßstäben auf Millimeterpapier aufzutragen. In dem Längenprofil sind die Steigungen (+) in vT eingeschrieben und die Gefälle als Wagerechte angenommen worden, da ja die Höchstgeschwindigkeit von 75 km/h nicht überschritten werden soll. In den Neigungsknickpunkten sind Senkrechte zu errichten. In der d_0-Linie sind die den Steigungen der Strecke entsprechenden Wagerechten einzutragen.

Nunmehr ist mit der Aufzeichnung der Zeit-Weg-Linie zu beginnen: Der Zug fährt nach dem Beispiel auf einer Neigung 0 vT an. Man legt daher den Zeitwinkel für 1 min so an die Reißschiene, daß der eine Winkelschenkel durch den Nullpunkt der d_0-Linie in Abb. 5 geht und die Winkelspitze diese Linie berührt. Mit dem Bleistift zieht man auf der Geschwindigkeitsachse längs den Kanten des Schlitzes einen senkrechten Merkstrich 1 und einen schrägen Merkstrich 1′. Ersterer entspricht der Geschwindigkeitsänderung $\frac{\Delta V}{2}$, letzterer ΔV. Man legt nun an die Geschwindigkeitsachse das Winkellineal an, den Nullpunkt der Meßkante auf den Nullpunkt der d_0-Linie und dreht den Metallschenkel so, daß seine linke Kante durch den Punkt 1 geht. Mit dieser Neigung des Winkelschenkels zieht man durch den Nullpunkt der Zeit- und Wegachse in Abb. 6 den ersten Abschnitt der Zeit-Weg-Linie bis zum Punkt 1 in Höhe des Teilstriches für die erste Minute.

Abb. 5 und 6.
Fahrzeitermittlung für einen Schnellzug von Westheim bis Ostdorf (Durchfahrt). Wagengewicht 400 t. Lokomotivgattung P_8; Höchstgeschwindigkeit 75 km/h.

Hierauf legt man in der d_0-Linie den Zeitwinkel für 1 min an die Reißschiene so an, daß die schräge Winkelseite durch den bekannten Punkt 1′ geht und die Spitze die d_0-Linie berührt, und zieht die Merkstriche 2 und 2′ auf der Geschwindigkeitsachse. Man legt nunmehr die Meßkante des Winkellineals wie vorhin an die Geschwindigkeitsachse und die linke Kante des Messinglineals durch Punkt 2. Mit dieser Neigung zieht man nun von Punkt 1 der Zeit-Weg-Linie einen weiteren Abschnitt, der die Senkrechte im Knickpunkt der Neigungen 0 vT und 8 vT im Punkte 2 schneidet, bevor die Höhe des Teilstriches für die zweite Minute erreicht ist. Es ist genau genug, wenn man, je nachdem der Punkt 2 der Zeit-Weg-Linie einer halben oder ganzen Minute näher liegt, im Punkte 2 oder 2′ der d_0-Linie eine Senkrechte bis zur Wagerechten zieht, die der benachbarten Neigung entspricht. Da im vorliegenden Falle der Abschnitt 1 2 der Zeit-Weg-Linie ungefähr einer halben Minute entspricht, so wurde in der d_0-Linie vom Punkte 2 eine Senkrechte bis zur Wagerechten für die Steigung 8 vT gezogen. An diese Senkrechte schreibt man die römischen Ziffern, mit denen fortlaufend die Neigungswechsel im Längenprofil bezeichnet sind.

Nun legt man durch den neuen Schnittpunkt den Zeitwinkel für 2 min in derselben Weise und die Meßkante an die Steigungswagerechte 8 vT mit dem Nullpunkt auf der senkrechten Achse der d_0-Linie an und stellt den Winkelschenkel anschließend an Punkt 2 der Zeit-Weg-Linie auf den Abschnitt für 2 min, dessen Endpunkte aber nicht mehr auf den Wagerechten der Zeitachse liegen. Falls der Steigungswiderstand größer als die d_0-Kraft ist, stellt man die Winkelschablone auf den Kopf und ermittelt in der geschilderten

weise die Geschwindigkeitsabnahmen. Nähert sich die Unterteilung der d_0-Linie bis auf 5 km/h dem Schnitt der Steigungssenkrechten mit dieser Linie, so kann man von einer weiteren Unterteilung mittels des Zeitwinkels absehen und für die gleichförmige Geschwindigkeit, die durch den Schnitt der Steigungssenkrechten mit der d_0-Linie bestimmt wird, in der Zeit-Weg-Linie die entsprechende Seite bis zum Ende des Steigungsabschnitts ziehen.

Der flachste Strahl ist der für die festgesetzte Höchstgeschwindigkeit (hier 75 km/h). Sind für starke Neigungen oder Krümmungen Geschwindigkeitsbeschränkungen vorgeschrieben, so ist parallel zu den Polstrahlen für diese Geschwindigkeiten die entsprechende Seite für diese Strecke in der Zeit-Weg-Linie zu ziehen. Diese Geschwindigkeitsbeschränkungen sind in das Längenprofil einzutragen. Falls der Zug auf einem Bahnhof zum Halten kommt, berechnet man nach den angegebenen Formeln Bremsweg und Zeitzuschlag und trägt diese Werte im Maßstab der Zeichnung vom Schlußpunkt der Zeit-Weg-Linie für die Durchfahrt nach rückwärts und nach oben ab und erhält als Verbindungslinie die Zeit-Weg-Linie für das Bremsen.

Fußend auf den Arbeiten von Prof. Obergethmann, habe ich in einem Aufsatz in Nr. 12 der „Verkehrstechnischen Woche“ 1922 nachgewiesen, daß die Zeit-Weg-Linie, falls man deren Höhen (Zeiten) durch einen einfach zu berechnenden Maßstab ausdrückt, auch den Kohlenverbrauch für die Zugkraftarbeit angibt. Ferner wurde in einem Aufsatz „Der Personal- und Stoffverbrauch der Zugfahrt als Vergleichsmaßstab für die betriebliche Bewertung einer Bahnlinie“ in Nr. 26/27 vorigen Jahres der gleichen Zeitschrift gezeigt, daß der nach obigem Verfahren aufgezeichnete bildliche Fahrplan die ausreichende Unterlage für die Berechnung der Selbstkosten der eigentlichen Fahrleistung ist.

Auf das vorstehend beschriebene Verfahren baut sich ein weiteres zur Aufzeichnung der Arbeit der Zug- und Beschleunigungskräfte sowie des elektrischen Stromverbrauchs in einheitlicher Weise auf. Näheres ist hierüber in meiner Habilitationsschrift (Darmstadt): „Ein einheitliches zeichnerisches Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeiten der Zugförderungsarbeit sowie des Kohlen- und Stromverbrauches“ (Verlag H. Prickarts, Mainz) zu ersehen. [1419]

Das Bourcoud-Verfahren zum Erzeugen von Eisen und Stahl unmittelbar aus Erzen.

Zu dem Verfahren von Basset[1]) zum Erzeugen von Eisen und Stahl unmittelbar aus Erzen ist in jüngster Zeit das Verfahren des Amerikaners A. E. Bourcoud getreten, der wie Basset einen Drehofen, allerdings von besonderer Bauart, benutzt. In diesem werden feingemahlene Erze der Einwirkung eines reduzierenden Gasstromes ausgesetzt. Hierbei wird das Erz in einen Schwamm umgewandelt, der aus dem Ofen unter Luftabschluß abgezogen, gepreßt und hintereinander in zwei elektrischen Öfen von den Schlacken befreit, gereinigt und verflüssigt wird. Als Leitgedanken stellt Bourcoud auf: 1) ein wirtschaftliches und praktisches Verfahren für die Gewinnung reduzierender Gase von großer Reinheit aus irgendwelchen industriellen Brennstoffen und 2) ein wirksames Verfahren, einen Strom reduzierender Gase so anzuwenden, daß eine vollständige Reduktion mit einer geringsten Gasmenge erreicht wird. Während diesen Forderungen im Hochofen voll entsprochen wird, berechnet Bourcoud für die großen Drehöfen, die z. B. in Zementwerken benutzt werden und sich sehr langsam drehen, daß durchschnittlich nur 6,67 vH des Gases stets mit dem Erz in Berührung kommen. Diese Frage ist von noch viel größerer Bedeutung für Reduktionsöfen mit der hier verlangten chemischen Beeinflussung.

Man hat zwei Wege beschritten, um das Verfahren zu verbessern: erstens den Bau einer Ofenreihe, bei der sich das Erz und das Gas aus einem Ofen in den andern bewegen, wodurch die parallele Bewegung beider ständig unterbrochen wird. Um eine Ausnutzung von 86 vH zu erreichen, sind jedoch zwölf Richtungswechsel nötig, so daß zwölf Drehöfen miteinander in Verbindung gebracht werden müßten, was sehr teuer gewesen wäre und auch viele Störungen sowie unübersichtliche Betriebsführung zur Folge gehabt hätte. Bei einer zweiten Lösung hat man enggestellte Rippen in der Ausmauerung des Ofens anwenden wollen, durch die das Erz ständig umgeschaufelt wird. Die hiermit in Schweden angestellten Versuche haben jedoch keine Fortschritte gezeigt.

Bourcoud schlägt vor, fortlaufende Schraubenflügel in den Drehofen einzubauen, die in den einzelnen Teilen des Ofens verschieden lang sind. Für eine gewisse Länge des Ofens reichen die Flügel bis zur Achse des Ofenzylinders; dann nimmt ihre Länge ab, so daß das Gas einen freien Durchgang durch den Mittelpunkt des Rohres erhält. Hierbei soll es so durcheinander gewirbelt werden, daß im folgenden Teil des Ofens wieder frisches reduzierfähiges Gas mit dem Erz in Berührung gebracht wird. Durch die Wirkung der schraubenförmigen Flügel soll weiter eine größere kinetische Energie des Gases als in gewöhnlichen Drehöfen erreicht werden.

Für den Gaserzeuger wählt Bourcoud eine aus drei Teilen bestehende senkrechte Bauart mit einer Leistung von etwa 300 bis 330 t in 24 h. Der erste Teil ist die eigentliche Verbrennungskammer, in die Kohlenstaub und vorgewärmte Luft eingeblasen werden. In der zweiten engern Kammer wird die Geschwindigkeit des Gases beschleunigt, wodurch das Absetzen von festen Stoffen auf dem Boden der Verbrennungskammer verhütet werden soll. Schließlich zieht das Gas oben mit einer Temperatur von 1200 ° C ab, um dann mit rd. 1000 ° in den Reduktionsofen einzutreten. Der Gaserzeuger soll für jeden festen oder flüssigen Brennstoff geeignet sein. Die Erstluft wird in gewöhnlichen Regenerativ-Wärmespeichern erhitzt, und zwar auf Temperaturen von 400 ° bei guten bituminösen Kohlen und 1000 ° bei Rohöl und minderwertigen Brennstoffen. Die Zeitschrift „Stahl und Eisen“ vom 22. März d. J. zeigt eine Anlage dieser Art für eine tägliche Erzeugung von 250 bis 300 t Stahl. Das Erz wird in einem Vorwärmofen geröstet, fällt in einen Trichter, wird dann hochgehoben und gelangt durch eine Vorrattasche in den eigentlichen Reduktions-Drehofen, wo es mit ungefähr 750 bis 800 ° eintritt. Aus diesem Ofen wird das reduzierte Erz als Schwamm herausgedrückt, durch eine besondere Maschine gepreßt und bei ungefähr 900 bis 1000 ° zu einem kippbaren elektrischen Schmelzofen geführt. Aus diesem wird das geschmolzene Eisen von Zeit zu Zeit in eine Pfanne abgestochen und dann zu einem elektrischen Fertigschmelzofen gebracht.

Bei gewöhnlichen bituminösen Kohlen werden für 1 t Stahl 1,15 bis 1,45 t Kohlenstaub verbraucht, und zwar bei Verarbeitung von hochwertigen brasilianischen Eisenerzen wie auch von Minette aus Briey und Luxemburg. Diese Werte würden praktisch die Hälfte der im Hochofen, Martinofen und elektrischen Schmelzofen erforderlichen Mengen Rohkohlen darstellen. Ein besonderer Vorteil des Verfahrens soll die hohe Reinheit des erhaltenen Metalles sein.

Dipl.-Ing. K. Klöpper macht in seinem Bericht in „Stahl und Eisen“ darauf aufmerksam, daß die Angaben Bourcouds weder durch rechnungsmäßige Unterlagen noch durch Zahlen aus der Praxis belegt sind. Auch beanstandet er die zu günstigen Annahmen hinsichtlich des Kohlensäuregehaltes des Generatorgases und der Reduzierbarkeit der Erze. Unter anderem befürchtet er ferner, daß die Schraubenflügel im Drehofen voraussichtlich verbrennen und dadurch zu vielen Störungen Anlaß geben werden. Er stellt schließlich fest, daß an Stelle eines Hochofens mittlerer Größe von 300 t täglicher Leistung eine Anlage mit drei Drehöfen zu bauen sein würde. Wenn auch die Anlage und der Betrieb eines einzigen Drehofens im günstigsten Fall etwas einfacher sein würde als bei einzelnen Hochöfen, so würde dieser Vorteil bei drei Drehöfen jedoch verschwinden. [M 381]

[1]) Z. 1920 S. 1011.

„Zentralheizung“ oder „Sammelheizung“?

Die Zentralheizung ist neuerdings vielfach auch in deutschen Zeitschriften als „Sammelheizung“ bezeichnet worden. Auch in dem Beitrag von G. Dieterich, Direktor des Verbandes der Centralheizungs-Industrie e. V., für unsre Chronik in Z. 1923 S. 109 haben wir an Stelle des Wortes „Zentralheizung“, das der Verfasser gebraucht hatte, „Sammelheizung“ gesetzt. Der Verfasser hat dagegen Einspruch erhoben, sich auch auf eine diesbezügliche Veröffentlichung im Zentralblatt der Bauverwaltung vom 12. Januar 1916 des verstorbenen Geheimen Oberbaurats Uber bezogen und in seiner Begründung ausgeführt, daß ebenso wie der von ihm geleitete Verband auch er die Ersetzung des Wortes „Zentralheizung“ durch ein rein deutsches Wort nicht nur für nicht angängig halte, sondern daß die Trägerin des Sonderfaches, die Zentralheizungs-Industrie, die Bezeichnung „Sammelheizung“ unbedingt ablehne.

Der Verfasser betont, daß die Bezeichnung „Sammelheizung“ dem Begriffe dessen, was unter „Zentralheizung“ zu verstehen ist, nicht entspricht, und hält für entscheidend für den Namen „Zentralheizung“, daß die Wärmeaufnahme des Heizmittels bei dieser Heizungsart für eine Mehrheit von wärmeabgebenden Stellen gemeinsam (zentral) vor sich geht.

Das Wesentliche an dieser zentralen Stelle ist also nicht der Vorgang der Sammlung. Als „gesammelt“ im Sinne des Wortes wären auch nur bestenfalls die Rückläufe anzusprechen; dann könnte aber z. B. eine Druckluftheizung ohne Umluftbetrieb oder eine Dampfheizung, bei der das Kondensationswasser wegläuft, unmöglich als „Sammelheizung“ bezeichnet werden.

Die Weiterleitung des Heizmittels und die unter Umständen entfernt von der Zentrale stattfindende Wärmeabgabe würde zwanglos zu der Bezeichnung „Fernheizung“ führen, doch ist diese Bezeichnung bereits für andre Heizungsarten vorweggenommen worden. Von dieser Bezeichnung und der ebenfalls vorgeschlagenen Bezeichnung „Verbundheizung“ ist aber zu sagen, daß sie das nicht eindeutig treffen, was unter Zentralheizung verstanden wird. Die elektrische Heizung, Gas- und andre Einrichtungen für den Wärmeaustausch würden ganz oder zum Teil ebenfalls dadurch getroffen werden. Es handelt sich, so schließt der Einsender seine Ausführungen, bei dem Wort „Zentralheizung“ um einen technischen Ausdruck, für den bisher ebensowenig wie für die Bezeichnung „Lokomotive“ eine andre eindeutige Bezeichnung gefunden worden ist. [M 379]

Wärmewirtschaftliches im Stahl- und Walzwerk.

Von Prof. W. Tafel, Breslau.

Nach einer kritischen Betrachtung der Wärmeausnutzung in unseren Stahl- und Walzwerken werden Wege zu einer Verbesserung durch Verwertung der Abhitze des Siemens-Martin-Ofens und durch Verwendung kleiner Walzblöcke gewiesen. — Möglichkeit der Ersparnis durchschnittlich 60 kg Kohlen für 1 t Stahl.

Das nächste halbe Jahrzehnt wird in der deutschen Hüttenindustrie vermutlich diejenigen wärmewirtschaftlichen Aufgaben in den Vordergrund rücken, für welche nur wenig Neuanlagen nötig sind. Sie fesseln den Maschinenmann natürlich weniger, dürfen von ihm aber doch nicht ganz außer Acht gelassen werden schon mit Rücksicht auf die zahlreichen Maschineningenieure, die für die Überwachung der Anlagen oder in den Wärmeabteilungen auf unseren Hütten tätig sind. Dazu kommt, daß aus der „Wärmewirtschaft der Handhabung", wie sie der Verfasser an andrer Stelle[1]) genannt hat, auch für Neuanlagen manches Brauchbare entnommen werden kann.

Das Schrifttum behandelt die Wärmewirtschaft im Stahl- und Walzwerk im Gegensatz zu derjenigen des Hochofens spärlich. Und doch ist die Ersparnismöglichkeit, namentlich in den Walzwerken, meist beträchtlich größer. H. Mayer hat sie in einer Arbeit über „Die Wärmewirtschaft der oberschlesischen Eisenwerke"[2]) rechnerisch zu fassen versucht, indem er aus einer Anzahl von Werken des Ostens für jeden Betriebszweig das am besten arbeitende ermittelt und festgestellt hat, wieviel dieses für 1 t Roheisen oder Stahl oder für 1 t und 1 m Streckung bei Walzeisen in kcal erfordert. Was die einzelnen Werke mehr verbrauchten, galt als Ersparnismöglichkeit. Zahlentafel 1 gibt für fünf Betriebe, die gleichzeitig Hochöfen, Stahl- und Walzwerk umfassen, an, wieviel in Hundertteilen sie mehr Energie verbrauchten, als in dem betreffenden sparsamst arbeitenden Betriebszweig.

Zahlentafel 1.

Nr. des Werkes	Hochofen	Stahlwerk	Blockstraße	Formeisen-, Stabeisen- und Blech-Straße
1	19,5	60	63	45
2	2,9	25	83	35
3	10	63	82 (Block- und Stabstraße)	
4	17	63	—	50
5	3,8	10 Th[3]) 27	28	260

Die Zahlen sind rund genommen und können bei der Schwierigkeit solcher Untersuchungen nur Anspruch auf relative Genauigkeit machen. Aber sie lassen jedenfalls auf den ersten Blick erkennen, daß die Reihenfolge in bezug auf den sparsamen Energieverbrauch in unseren Eisenhütten lautet: Hochofen, Martinwerk, Walzwerk. Auf das Thomaswerk soll, da nur eines mit besondern Verhältnissen untersucht worden ist, hier nicht eingegangen werden.

Die Erklärung ist einfach. Beim Hochofenbetrieb tritt der Leistungsverbrauch in den Maschinen stark zurück gegenüber dem im Ofen, und dieser nutzt in seinem langen Schacht die Abwärme, den Hauptverlust bei unseren Feuerungen, teils auf chemischem, teils auf dem Wege der Vorwärmung in nicht zu übertreffender Weise aus. Beim Martinwerk tritt zwar der maschinelle Betrieb noch mehr gegen den feuerungstechnischen zurück, aber der Herdofen hat größere Verluste als der Schachtofen, und die Abwärme wird bei den untersuchten Anlagen nur zum Teil, soweit die vorgewärmten Generatorgase und die Verbrennungsluft sie aufzunehmen vermögen, verwertet, zum andern Teil geht sie ungenutzt in die Esse.

Beim Walzwerk endlich haben wir sowohl Herdöfen mit ihren größeren Strahlungs- und Abwärmeverlusten wie große, Energie verzehrende maschinelle Anlagen. Es ist einleuchtend, daß im letzten Falle die Fehlerquellen am zahlreichsten sind. Bezüglich des Walzwerks ist im übrigen noch zu bemerken, daß das von Mayer eingeschlagene Verfahren des Vergleiches eine Form beträchtlicher Energievergeudung unaufgedeckt läßt. Er nimmt die von dem betreffenden Walzwerk gewählte Streckung als gegeben an, ohne sie einer Kritik zu unterziehen. Wenn jenes, um ein Beispiel zu nennen, etwa Rundeisen von 20 mm Dmr. aus einem Block von 550 × 550 mm auf der Block- über die Vor- und Schnellvorwalze und die Vorkaliber herunterwalzt, so fragt die Mayersche Untersuchung, wieviel kcal zu dieser Streckungsarbeit nötig gewesen wären und wieviel tatsächlich aufgewandt worden sind. Dagegen wird die andere, recht bedeutsame Frage nicht berührt, ob das genannte Fertigprofil nicht zweckmäßig aus einem kleineren Block, etwa 150 × 150 mm, hätte gewalzt werden können. Wollte man sie aufwerfen, so würden sich die Ziffern für die Walzenstrecken in unserer Zahlentafel zum Teil noch erheblich verschlechtern.

Ersparnismöglichkeiten im Walzwerk.

Diese letztere Ersparnismöglichkeit sei zunächst einer Rechnung unterzogen, und zwar sei als Beispiel eben das genannte gewählt.

[1]) „Stahl und Eisen" 1922 S. 1098.
[2]) Doktorarbeit, Techn. Hochschule Breslau 1920.
[3]) Thomaswerk, alle anderen sind Martinwerke.

Nach den Untersuchungen von Fink[4]) ist die theoretische Formänderungsarbeit, also das Mindestmaß an Leistung, bei verlustlosen Walzen:

$$A = V k \ln n \text{ in mkg,}$$

wenn V das Volumen des gewalzten Materials in cm³, k die Quetschgrenze in kg/mm² bei der beim Walzvorgang herrschenden Temperatur und n die Streckung ist. Wir wollen als niedrigste zulässige Walztemperatur 900° zugrunde legen, der ein $k = 10$ kg/mm² entspricht. Das Vergleichgewicht sei wie bei Mayer 1 t. 1000 kg Eisen entsprechen bei einem spezifischen Gewicht von 7,85 einem Volumen von 127 300 cm³,

$$n = \frac{550 \cdot 550}{\frac{20^2 \pi}{4}} = 963.$$

Demnach $$A = 8{,}75 \cdot 10^6 \text{ mkg}.$$

1 PSh erfordert in unsern Walzenzugmotoren mit ihren schwankenden Belastungen wenigstens 2 kg Kohlen mit 7000 kcal 1 mkg also $\frac{2}{75 \cdot 60 \cdot 60}$ kg. Somit bedingt die theoretische Formänderungsarbeit, ohne alle Verluste in der Strecke und der Maschine, zum Auswalzen des betreffenden Blockes von 1 t Gewicht zu Rundeisen von 20 mm Dmr. $\frac{8{,}75 \cdot 10^6 \cdot 2}{75 \cdot 60 \cdot 60} = 64{,}8$ kg Kohlen. Nach Untersuchungen des Verfassers über die Puppeschen Versuche[5]) beträgt der Wirkungsgrad in der Strecke (gerechnet am Kuppelzapfen der Kammwalze) vom Block bis zum Knüppel rd. 50 vH, vom Knüppel zum Stabeisen ungefähr 30 vH, im Mittel also etwa 40 vH. Dazu kommen die Verluste im Antrieb. Wir setzen unmittelbaren Antrieb voraus mit einem Verlust von höchstens 15 vH; der Wirkungsgrad ist also insgesamt $0{,}85 \cdot 40 = 34$ vH und der tatsächliche Kohlenverbrauch für das Auswalzen von 1 t Rundeisen mindestens $\frac{64{,}8}{0{,}34} \cong 190$ kg.

Für den kleinen Block von 150 · 150 mm stellt sich die gleiche Rechnung wie folgt:

$$A = 127\,300 \cdot 10 \ln \frac{150 \cdot 150}{314} = 5{,}42 \cdot 10^6 \text{ mkg/t Kohlenverbrauch,}$$

also bei verlustloser Arbeit $\frac{5{,}42 \cdot 10^6 \cdot 2}{75 \cdot 3600} = 40$ kg für 1000 kg Walzerzeugnis. Der tatsächliche Verbrauch beträgt also mindestens $\frac{40}{0{,}34} = 118$, somit die Ersparnis an Kohlen für die Arbeit des Auswalzens $190 - 118 = 72$ kg/t.

Was sonst zur Leistungsersparnis im Walzwerk getan werden kann, ist im wesentlichen die Kleinarbeit, die meist den Hauptanteil an einer guten Wärmewirtschaft zu tragen hat und durch folgende Stichworte gekennzeichnet wird: Kein unnötiges Licht, im Winter keine offenen Fenster und Türen, die Hallen, wo neue zu bauen sind, nicht höher als notwendig, keine überflüssigen Dampfwege und toten Stränge (jedes Meter Dampfleitung, das, obwohl entbehrlich, nicht beseitigt wird, ist wärmewirtschaftlich ein Verbrechen, denn die freiwerdenden Rohre decken die Kosten der Beseitigung), gute Isolierung, dichte Schieber und Ventile in Dampfleitungen und Maschinen[6]), regelmäßiges Indizieren und Entlastung oder Beseitigung überlasteter Maschinen, wenigstens 80 vH Luftleere in den Kondensatoren; bei elektrischem Antrieb Beseitigung von Erdschluß, bei stark unterlasteten Dynamos und Motoren zur Hebung ihres Wirkungsgrades Erhöhung der Umlaufzahl der Straßen und damit Vermehrung der Erzeugung; bei starker Überlastung das Umgekehrte, unter Ausgleich des Abfalls der Erzeugung durch bessere Ausnützung der Walzpausen; endlich Kampf gegen die Kohlenfresser unter den Öfen, bei unmittelbarer Feuerung vor allem allmähliches Verringern der Rostflächen so lange, wie eben noch gute Hitzen

[4]) Fink, Theorie der Walzarbeit, Z. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1874, S. 200.
[5]) „Stahl und Eisen" 1919 S. 381.
[6]) Die Untersuchung auf Dichtigkeit an Schiebern oder Ventilen in unsern Walzenzugmaschinen sollte regelmäßig mindestens alle Monate erfolgen. Man kann dabei in nachstehender Weise verfahren: Man stellt zunächst etwa links auf Hub und schließt die Leitung zum Auspuff und Kondensator, öffnet aber auf der rechten Zylinderseite den Indikatorhahn (der an keiner Maschine fehlen darf!). Bläst er mit hörbarem Zischen (ein leichtes Dampfen ist nicht zu vermeiden), dann sind Kolben oder Kolbenringe undicht. Danach stellt man die Kurbel etwas vor Voreinströmung und öffnet den linken Indikatorhahn. Bläst er stark, so ist das linke Einlaßventil undicht. Wer solche Untersuchungen bisher nicht angestellt hat und nun dazu übergeht, wird erhebliche Überraschungen erleben! Das gleiche gilt für die Prüfungen des Kondensators, die regel- und planmäßig erfolgen müssen. Am besten so, daß man zunächst alle Maschinen abschaltet und feststellt, ob dann gute Luftleere hergestellt werden kann und ob sie bei abgestellter Luftpumpe sich so hält, daß das Vakuummeter nicht sichtbar zurückgeht. Dann schaltet man eine Maschine nach der andern ein und beobachtet, welche die Luftleere stark herabsetzt. Ist der Fehler in ihr nicht zu finden und zu beheben, so ist es manchmal besser, diese Maschine vorübergehend mit Auspuff zu treiben, als durch sie die Luftleere für alle anderen Maschinen zu verderben.

erzielt werden. (Man findet noch heute Roste, die 2- und 3mal größer als erforderlich sind und darum in gleichem Verhältnis zu viel Kohlen verbrauchen.)

Siemens-Martin-Werk.

Im Martinwerk liegt die hauptsächliche Verlustquelle in der Siemensfeuerung. Sie ist nicht, wie ihr Erfinder ursprünglich glaubte, und wie man jetzt noch vielfach unter Praktikern und leider auch manchmal Wissenschaftlern als Meinung findet, in bezug auf Wärmewirtschaft theoretisch einwandfrei und der unmittelbaren Feuerung überlegen, sondern ihr, wo sie ohne Abhitzeverwertung arbeitet, im Gegenteil unterlegen. Friedr. Siemens hat diesen Mangel seines Ofens schon erkannt und in den letzten Jahren seines Lebens an seiner Behebung gearbeitet. Rechnerisch nachgewiesen hat ihn der Verfasser in zwei Veröffentlichungen[1]). Die dort angestellten Überlegungen seien hier in anderer, kürzerer Form wiederholt.

Man muß drei Fälle der Gasfeuerung unterscheiden:

1. Die Gaserzeuger stehen weit ab vom Ofen, so daß die Gase kalt zum Ofen kommen, dann geht ihre „fühlbare Wärme", d. h. diejenige, welche bei der Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlenoxyd frei wird, = 2440 kcal für je 1 kg Kohlenstoff, auf dem Weg zum Ofen verloren.

2. Die Gaserzeuger stehen unmittelbar am Ofen, und die Gase treten, ohne vorgewärmt zu werden, in ihn ein. Es wird nur die Verbrennungsluft vorgewärmt. 1 kg Kohle von 7000 kcal gibt mit 4 kg Luft ungefähr 5 kg Generatorgas, die mit weiteren 6 kg Luft zu 11 kg Abgasen verbrennen. Die spezifische Wärme, bezogen auf 1 kg der Abgase, ist $c = 0{,}28$, die der Luft $= 0{,}24$. Die Vorwärmung kann höchstens die Temperatur der Abgase t_a erreichen. Somit kann die Sekundärluft für 1 kg Kohlen höchstens aufnehmen: $6 \cdot 0{,}24\ t_a$ während die Wärme in den Abgasen $11 \cdot 0{,}28\ t_a$ beträgt; demnach gehen mindestens

$$\frac{(11 \cdot 0{,}28 - 6 \cdot 0{,}24)\ t_a}{11 \cdot 0{,}28\ t_a} \cdot 100 \cong 53 \text{ vH}$$

der Abwärme in die Esse.

3. Die Gaserzeuger stehen unmittelbar am Ofen, und es werden neben der Luft auch die Generatorgase vorgewärmt. Die spezifische Wärme der Gase ist ungefähr gleich derjenigen der Luft. Somit müssen ungefähr $^5/_{11}$ von den Abgasen durch den Wärmespeicher für Gas und $^6/_{11}$ durch den für Luft gehen. In dem ersteren können wir die Abgase keinesfalls weiter als auf die Temperatur der Generatorgase t_g abkühlen, und jene führen somit für 1 kg Kohlen eine Wärme in die Esse, die mindestens $5 \cdot 0{,}28\ t_g$, d. h. etwas mehr beträgt, als die fühlbare Wärme dieser $(= 5 \cdot 0{,}24\ t_g)$ betragen hat.

Wir sehen, daß wir, wo der Generator nur mit Luft betrieben wird, immer mindestens die bei der Verbrennung von Kohlenstoff zu Kohlenoxyd freiwerdende Wärmemenge verlieren, so lange wir nicht zur Abwärmeverwertung übergehen.

Etwas günstiger werden die Verhältnisse, wenn auch mit Dampf geblasen wird. Dann wird ein Teil der obengenannten Wärme im Generator zur Zerlegung von Wasser (H_2O) verwertet, und die so chemisch aufgespeicherte Wärmemenge wird bei der Verbrennung im Ofen wiedergewonnen. Hier ist aber zu beachten, daß die Verwendung von Dampf auf anderm Wege wieder den Wärmewirkungsgrad einer Feuerung herabsetzt. Einmal ist seine spezifische Wärme höher ($c = 0{,}5$), Abgase mit H_2O führen also bei gleichem Gewicht mehr Wärme zur Esse als die von reinem Luftgas. Sodann wird stets nur ein Teil des Dampfes zerlegt, ein andrer (ungefähr die Hälfte) wird als Ballast in den Ofen mitgerissen und setzt dort die Verbrennungstemperatur herab, zum andern trägt er ebenfalls beträchtliche Wärmemengen zur Esse.

Siemens und seine Nachfolger haben noch einen anderen Weg zur Vermeidung des geschilderten Verlustes versucht, den der chemischen Regenerierung. Sie führten ungefähr ⅓ der Abgase unter den Rost zurück in der Absicht, nach der Gleichung

$$CO_2 + C = 2\ CO$$

die Kohlensäure auf Kosten der fühlbaren Wärme zu zerlegen. Es ist aber klar, daß eine nennenswerte Ersparnis nur zu erreichen ist, wenn der Generator annähernd kalt geblasen wird. Dann aber bildet sich in ihm wieder soviel Kohlendioxyd, daß der Nutzen der chemischen Regenerierung aufgezehrt wird. In jüngster Zeit hat Friedrich Siemens, Berlin, immer in Verfolgung der Gedanken, die vor mehr als einem halben Jahrhundert schon ihren Gründer bewegten, einen Ofen zum Wärmen von Blöcken meist mit angebautem Generator herausgebracht. Die Heizgase wärmen zuerst den Fertigherd, dann werden rd. 50 vH davon durch den Wärmespeicher für Luft, oder 65 vH durch die Luft- und Gaskammer, der Rest durch den Vorwärmeherd des Siemens-Martin-Ofens abgezogen. Das ist ein theoretisch einwandfreier Gedanke, der auch praktisch sehr gute Ergebnisse gezeitigt hat. Nur ist seine Anwendung beim Martinofen, bei dem ein langer Vorwärmeherd nicht in Frage kommt, untunlich. Für ihn sind die einzigen Möglichkeiten der Behebung des oben gezeigten Mangels der Siemensfeuerung 1) die Verwertung der Abhitze zum Vorwärmen von Wasser oder 2) zum Überhitzen oder zur Erzeugung von Dampf. Die ersteren beiden Verfahren schließen sich aus, wo die Kalorien, die wir durch Erwärmung des verfügbaren Mittels abführen können, geringer sind als die in den Abgasen enthaltenen. Und bei Dampfüberhitzung oder Wasservorwärmung sind sie meistens bedeutend kleiner.

Es bleibt dann nur der Abhitzekessel. Seiner Verwendung im Stahlwerk stand bisher entgegen

1. häufig Mangel an Raum.
2. Die Gefahr von Explosionen, dadurch hervorgerufen, daß nach dem Umsteuern die Gas- und Luftmengen, die sich zwischen den Umsteuerungen und dem Herd in den Kanälen befinden, durch diese zurück und unter den Kessel gesaugt werden. Gelangt in dem Augenblick ein Funken in das Gemisch, so kommt es zur Explosion.
3. Der schlechte Wirkungsgrad der Kessel bei den geringen Temperaturen von 600 bis 700°, welche die Abgase unserer Martinöfen nach dem Durchstreichen der Wärmespeicher aufweisen.

Der Verfasser hat in der schon genannten Arbeit[2]) Vorschläge gemacht, wie die Nachteile unter 2 und 3 behoben, der unter 1 verringert werden kann. Bei diesem Verfahren werden hinter dem Luftspeicher Abgastemperaturen von 200 bis 250, hinter dem Gasspeicher von 800 bis 900° C erreicht, der Kessel wird für die gleiche Dampfleistung entsprechend kleiner und sein Wirkungsgrad besser. Als weiterer Vorteil, der in unserer Zeit der unerschwinglichen Baukosten besonders ins Gewicht fällt, kommt hinzu, daß die Leistung von 1 m² Kesselheizfläche nicht wesentlich unter die der unmittelbar geheizten Kessel zurückgeht, daß also von diesen jeweils so viel Heizfläche frei wird, wie wir hinter den Martinöfen aufstellen. Somit kommen als Kosten der Anlage nur mehr die Änderung der Rauchkanäle, Einmauerung der Kessel und ein zweiter Schornstein oder Saugzug oder, wo sie groß genug sind, ein zweiter Durchbruch in diese in Frage.

Ohne auf die Einzelheiten näher einzugehen, sei hier noch untersucht, welche Kohlenersparnis wir durch die Abhitzeverwertung im Martinwerk erreichen können.

Auf 1 kg verbrannter Kohlen gehen 5 kg Abgase durch die Gas- und 6 kg durch die Luftkammer. Sie verlassen die erstere mindestens mit der Temperatur, mit der die Generatorgase zu ihr gelangt sind. Ein heiß getriebener Generator — und nur dieser erzeugt reines Luftgas ohne Kohlendioxyd — hat Gase von 900 bis 1000° C. Die untere Grenze angenommen und vorausgesetzt, daß auf dem Wege vom Generator bis zum Ofen 100° C verloren gehen, erhalten wir eine Temperatur von mindestens 800° C der aus der Gaskammer abziehenden Abgase. Diese entziehen somit, eine Essentemperatur von 200° C angenommen, dem Ofen für 1 t Stahl

$$5 \times \underset{\text{kg Kohlen auf 1 t Stahl}}{250} \times \underset{\text{Abgastemperatur}}{(800-200)} \times \underset{\text{spezifische Wärme}}{0{,}28} \cong 210\,000 \text{ kcal.}$$

In Kohlen von 7000 kcal umgerechnet, gibt das 30 kg = rd. 180 kg Dampf.

Das bedeutet wohlverstanden eine Mindestzahl, die fast immer überschritten werden wird. Denn der Verbrauch an Kohlen ist häufig größer als 25 vH; sodann muß schon mit Rücksicht auf das Schlacken im Generator meist mit Dampf geblasen werden. Weiter tritt in den Kammern häufig noch eine Nachverbrennung unvollkommen verbrannter Heizgase ein, deren freiwerdende Wärme zu der obigen hinzuzurechnen ist. Endlich verlassen die Abgase die Gaskammer meist heißer, als die Generatorgase zu ihr gelangen. Alles das läßt, wie gesagt, erkennen, daß die Kohlenersparnis von $\frac{30 \cdot 100}{250} = 12$ vH oder 3 kg auf 100 kg Stahl als untere Grenze zu betrachten ist.

Zusammenfassung.

In jedem Martinwerk ohne Abhitzekessel liegt eine Wärmereserve von rd. 12 vH = 30 kg Kohlen auf 1 t Stahl in Gestalt der Abwärme vor, die durch geringe Änderungen an den Rauchkanälen und Versetzung einiger Kessel aus dem Kesselhaus nach dem Martinwerk ausgenützt werden kann.

In jedem Walzwerk liegt dagegen ein mehr oder minder großer Teil der oben errechneten Reserve in der Größe von 60 kg Kohlen für 1 t Walzerzeugnis, die durch einen neuen Kokillenpark, Vergrößerung der Gießgrube und Verbesserung der Krananlagen zur Bewältigung einer größeren Blockzahl im Stahlwerk nutzbar gemacht werden kann. Man wird anzunehmen haben, daß die letztere Reserve mindestens mit 0, höchstens mit 100 vH gegeben ist, durchschnittlich also mit 30 kg Kohlen für 1 t Walzerzeugnis. Somit ergibt sich im ganzen eine Ersparnismöglichkeit von durchschnittlich 60 kg Kohle für 1 t Stahl aus den beiden hier untersuchten, bislang in der Praxis noch wenig beachteten Quellen. Daneben kommen die schon genannten, aus schlecht instandgehaltenen Maschinen- und Feuerungsanlagen in Betracht, die jedem Maschinen- und Wärmeingenieur und wohl auch jedem rechten Betriebsmann unserer Stahl- und Walzwerke hinreichend bekannt sind. [1612]

[1]) „Stahl und Eisen" 1906 S. 134 u. S. 1280.

[2]) „Stahl und Eisen" 1919 S. 1280.

RUNDSCHAU.

Schiffbau.

Die Doppelschrauben-Motorfrachtschiffe „Isis“ und „Osiris“.

Nach Ablieferung der ersten von der Deutschen Werft, Hamburg, gebauten Einschrauben-Motorschiffe „Julius Schindler“ und „Ossag“ im Frühjahr 1922 sind im Sommer und Herbst des gleichen Jahres die Doppelschrauben-Motorschiffe „Isis“ und „Osiris“ in Betrieb gestellt worden, Abb. 1. Diese Schiffe haben 114,3 m Länge zwischen den Loten, 119,48 m Länge über alles, 15,7 m Breite auf Spanten, 8,63 m Seitenhöhe, 2,74 m Deckhöhe zwischen dem ersten und zweiten Deck, 2,59 m Höhe der Poop, 2,44 m Höhe der Back, 7400 t Tragfähigkeit bei 7,4 m Tiefgang auf Sommerfreibord und 12 Kn Geschwindigkeit auf 6,7 m Tiefgang bei 3100 PS_i Maschinenleistung. Die Schiffe sind für die Kosmos-Linie unter Aufsicht des Germanischen Lloyd gebaut worden und haben die Klasse ✠ 100 $\frac{A}{4}$ (E) erhalten. Wie Abb. 2 bis 7 erkennen lassen, haben die Schiffe zwei durchlaufende Decks, lange Poop und Back erhalten. Im übrigen sind sie als Volldeckschiffe mit einem Decksprung nur an den Enden erbaut. Das parallele Mittelschiff hat mit Rücksicht auf die fabrikmäßige Herstellung der Bauteile keinen Sprung. Der Doppelboden ist zum Teil nach der „open floor“-Bauart mit vollen Bodenwrangen an jedem dritten Spant ausgeführt. Auf ½ m vom Vorsteven sind Bodenwrangen an jedem Spant vorgesehen. Außer 6 wasserdichten Querschotten sind Mittellängsschotte in den Laderäumen außerhalb der Luken eingebaut, wodurch Deckstützen vermieden worden sind.

Abb. 1. Das Doppelschraubenmotor-Frachtschiff „Isis“.

Die Wohnräume der Besatzung befinden sich auf dem Poopdeck, dem unteren und oberen Bootsdeck sowie auf der Kommandobrücke, Abb. 2 bis 7. Die Mannschaft besteht aus 12 Seeleuten und 10 Mann für die Maschine und ist im Hinterschiff unter der Poop untergebracht. Die Größe der Laderäume ist aus Abb. 2 zu ersehen. Dreiviertel des Treiböles befindet sich in den Doppelbodenzellen, der Rest in Hochtanks zwischen den Wellentunneln und der Außenhaut.

Zwei Pfahlmasten und vier Ladepfosten bedienen die verschiedenen Luken und sind mit Bäumen von 3 und 5 t sowie einem Schwergutbaum am Fockmast von 40 t Tragfähigkeit ausgerüstet. Zum Betriebe des Ladegeschirres sind insgesamt 12 elektrisch betriebene Winden von je 5 t Hubkraft vorgesehen, die bei voller Belastung mit 0,25 m/s Hubgeschwindigkeit arbeiten und ohne Last mit rd. 1,5 m/s in beiden Richtungen laufen. Die Ankerwinde und die Rudermaschine werden gleichfalls elektrisch angetrieben.

Als Antriebmaschinen sind zwei einfach wirkende, sechszylindrige Viertaktmaschinen mit kurzen seewassergekühlten Arbeitskolben und Kolbenstangen mit Kreuzkopfführung in der Bauart Burmeister & Wain — Erbauerin AEG, Berlin — mit angehängter dreistufiger Einblaseluftpumpe und angebauter Brennstoffpumpe von 630 mm Zyl.-Dmr. und 960 mm Hub vorgesehen, die bei 125 Uml./min 1550 PS_i bzw. 1160 PS_e

Abb. 2 bis 7. Grundriß und Schnitt durch das Motor-Frachtschiff „Isis“.

- *a* Kapitän
- *b* Kapitän-Schlafzimmer
- *c* I. Offizier
- *d* Lotse
- *e* Messe für Kapitän und Offiziere
- *f* Tagesraum für Offiziere
- *g* Verwalter und Gehilfe
- *h* Bad für den Kapitän
- *i* W.-C. für Offiziere
- *k* Arzt und Assistenten
- *l* Hospital für Offiziere
- *m* I. Maschinist
- *n* II. Offizier
- *o* III. Offizier
- *p* IV. Offizier
- *q* Obersteward und Kajütsteward
- *r* Steuerhaus
- *s* Kartenhaus
- *t* Telegraphist
- *u* F.-T.-Raum
- *v* II. Maschinist
- *w* Anrichte
- *x* Messe
- *y* Hospital
- *z* W.-C. für Maschinisten
- a_1 III. Maschinist
- b_1 IV. Maschinist
- c_1 { ein Assistent / ein Elektriker
- d_1 drei Assistenten
- e_1 W.-C. und Bad für Unteroffiziere
- f_1 Bad f. Unteroff. u. Maschinisten
- g_1 zwei Stewards
- h_1 zwei Offiziersanwärter
- i_1 Boots- und Zimmermann
- k_1 zwei Köche
- l_1 Küchenkohlen
- m_1 Elektrikerlager
- n_1 Küche
- o_1 Backraum

leisten. Der Brennstoffverbrauch betrug auf der Probefahrt 130 g/PSh im Mittel, der Brennstoffverbrauch im Dauerbetriebe bei der ersten Ausreise Antwerpen-Colon 202,5 t oder bei 11,4 Kn Geschwindigkeit 11,3 t am Tage einschließlich des Verbrauches aller Hilfsmaschinen. Die Umlaufzahl der Maschinen kann von Hand bis auf 40 Uml./min. herabgesetzt werden. Die Umsteuerung erfolgt durch Preßluft. Die angehängten Einblaseluftpumpen arbeiten in drei Stunden auf 65 at Höchstdruck. Zur Aushilfe sowie zum Anlassen und Regeln der Hauptmaschinen dient eine besondere, mit einer 75 kW-Dieseldynamo gekuppelte Anfahrluftpumpe von 700 m³/h Leistung. Neben dieser sind zwei weitere gleich starke Dieseldynamos von je 75 kW Leistung für die Stromerzeugung vorgesehen, die den Betriebstrom von 225 V Spannung für die übrigen Hilfmaschinen im Maschinenraum und an Deck liefern. Als Lichtmaschine für den Hafenbetrieb ist eine Glühkopfmotordynamo von 10 kW Leistung bestimmt, die das Lichtnetz mit Strom von 110 V Spannung speist und mit einem Hilfsverdichter gekuppelt ist, der im Notfalle die erste Anfahrluft für die Hauptmaschinen und Dieseldynamo liefern kann. Zwischen den Block-Drucklagern beider Hauptmaschinen ist ein Donkey-Kessel von 14 m² Heizfläche mit Ölfeuerung für Heizungs- und Feuerlöschzwecke aufgestellt. [1642]

Eisenbahnwesen.

Eiserne Stehbolzen.

Obgleich eiserne Stehbolzen in so vielen Ländern in Gebrauch sind, daß annähernd ein Drittel aller Lokomotiven mit ihnen versehen ist, hat man sie in Deutschland erst während des Krieges in Verbindung mit den eisernen Feuerbüchsen kennen gelernt. Als diese nach dem Kriege wieder verschwanden, wurden auch die eisernen Stehbolzen durch kupferne ersetzt. Dazu liegt aber keine Notwendigkeit vor, besonders da durch die Beschaffung des Kupfers dauernd große Vermögenswerte ins Ausland wandern; denn das alte Material des kupfernen Stehbolzens kann immer nur zum Teil wieder verwendet werden, der Rest geht im Betrieb und bei der Bearbeitung verloren.

Man macht den eisernen Stehbolzen ihre geringe Haltbarkeit zum Vorwurf und begründet diese auch mit den elektrolytischen Wirkungen zwischen Eisen und Kupfer unter Einwirkung des Kesselwassers. Diese Wirkung kann aber erst eintreten, wenn das Wasser bereits bis an das Gewinde eingedrungen ist, der Stehbolzen also schon nicht mehr fest sitzt. Außerdem schützt der bald auftretende Kesselsteinbelag das Gewinde des neuen Stehbolzens. Häufiges Brechen eiserner Stehbolzen ist unvermeidlich, wenn man ihnen die gleiche Form wie den kupfernen gibt, weil das Eisen wegen seiner geringen Dehnung viel stärker unter den Biegungsspannungen leidet, die es durch die gegenseitige Verschiebung der Wände erfährt.

Abb. 8. Zwillings-Stehbolzen.
a 26 mm Dmr. 28 bis 32 " "
b 12 mm Dmr. 15 " "

Abb. 9. Aufdornen, Dorn 0,5 mm größer als die Bohrung.

In Amerika ging man deshalb zum beweglichen Stehbolzen nach Tate über. Anfangs verwandte man ihn für die am stärksten gefährdeten Stellen, bemerkte dann aber, daß die gewöhnlichen Stehbolzen um so häufiger brachen. Denn die beweglichen Stehbolzen setzen der Verschiebung der Wände geringeren Widerstand entgegen, die Verschiebung wird also größer, und die gewöhnlichen Stehbolzen brechen erst recht. Jetzt werden deshalb in einem Kessel nur noch bewegliche Stehbolzen benutzt, obgleich sie sehr teuer sind. Richtiger ist es schon, Stehbolzen aus geeigneten Baustoffen und in passender Form herzustellen. So werden z. B. in Rußland mit gutem Erfolg ausschließlich eiserne Stehbolzen verwandt, weil sie aus sehr weichem Flußeisen von mindestens 33 vH Dehnung angefertigt werden.

Die geeignete Form des eisernen Stehbolzens ist von Zwilling[1]) angegeben worden, Abb. 8. Der Stehbolzen ist ganz durchbohrt, hat in der Mitte einen kleinen Durchmesser, im Gewinde einen großen, so wie es zur Aufnahme der Biegungsmomente erforderlich ist. Im Gewindeteil ist die Bohrung groß und die Wandstärke gering; dadurch ist ein wirksames Aufdornen möglich. Das Dichten der Stehbolzen im Gewinde allein durch Einschrauben ist ein unvollkommenes Verfahren selbst bei der größten Sorgfalt der Herstellung; denn entweder geht der Bolzen in das Gewinde zu leicht hinein, dann hält er nur durch nachträgliches Verstemmen oder Vernieten dicht. Wenn er aber so stramm geht, daß er dichtet, wird das Gewinde leicht beschädigt.

Deshalb ist das Aufweiten mit zylindrischem Dorn nach Zwilling, Abb. 9, das vollkommenste Verfahren, es ist aber nur bei eisernen Stehbolzen anwendbar. Keglige Dorne sind zu verwerfen, weil sie gerade auf der Wasserseite, also der gefährlichsten Stelle, nicht wirken. Verwendet man jedoch zylindrische Dorne mit um je 0,5 mm wachsendem Durchmesser, so kann auch ein lose eingeschraubter Stehbolzen im Gewinde gedichtet werden. Mehr als drei Dorne, also ein Aufweiten der Bohrung auf mehr als 1,5 mm, ist nicht erforderlich. Die Arbeit des Einziehens der Stehbolzen geht wesentlich schneller als nach dem alten Verfahren, vorausgesetzt, daß es sich um eingeübte Arbeiter handelt. Dann macht auch das Herausziehen der Dorne durch eine mit der Hand betätigte Zugschraube, die in einem kleinen Stützbock geführt ist, keine Schwierigkeiten. Anfangs treten gewöhnlich beträchtliche Schwierigkeiten auf, wenn Gewinde- und Stehbolzen-Durchmesser zu verschieden sind, ungeeignete Dorne benutzt werden und die Übung fehlt. Dann brechen die Dorne ab und verursachen viel Mühe zur Entfernung, besonders wenn von beiden Seiten gleichzeitig aufgedornt worden ist. Aus diesem Grunde wird auch die vollständige Durchbohrung des Stehbolzens beibehalten, weil sie das Herausschlagen gebrochener Dorne ermöglicht. Sonst würde es zum Verbilligen der Herstellung zweckmäßiger sein, den Bolzen nicht ganz zu durchbohren.

Die Kosten des Zwilling-Stehbolzens sind groß, so daß anfangs das Verfahren als unwirtschaftlich erscheint. Im Betriebe verursachen unsachgemäß eingesetzte Stehbolzen Schwierigkeiten, weil die Möglichkeit fehlt, sie nachträglich zu dichten. Der sachgemäß eingezogene Zwilling-Bolzen ist und bleibt aber dauernd dicht. Die Überwindung aller entstehenden Schwierigkeiten setzt Sachkenntnis und Zähigkeit voraus, aber die Mühe muß einmal aufgewendet werden, denn der Zwilling-Stehbolzen erleichtert den Übergang zur Reihenherstellung und verbilligt letzten Endes die Herstellung. [1656] F. M.

[1]) Z. 1921 S. 157, 1922 S. 1056; s. a. Vortrag von Oberregierungsbaurat Lorenz in der Deutschen Maschinentechnischen Gesellschaft, Glasers Annalen 1923 S. 22 u. f.

Elektrotechnik.

Der Weißberg-Simplex-Motor.

Der Läufer des von den Volta-Werken, Elektrizitäts-A.-G., Berlin-Waidmannslust, gebauten Mehrphasen-Motors, Abb. 10, hat zwei Wicklungen, von denen die eine, die Anlaufwicklung *a*, dauernd in sich kurz geschlossen ist, während die andere *b* durch einen Fliehkraftschalter *c* in mehreren Stufen nach und nach eingeschaltet wird. Die Anlaufwicklung besteht aus unmagnetischem Material von höherem Widerstand als Kupfer (z. B. Aluminium), damit der Anlaufstrom kleiner wird. Sie dient zur Erzeugung des Anlaufdrehmomentes, das etwa das 1,5fache des normalen Vollastwertes erreicht, so daß der Motor unter Vollast, aber verhältnismäßig sanft anlaufen kann, ohne daß eine unzulässig hohe Stromaufnahme wie bei reinen Kurzschluß-Motoren auftritt[1]). Die Anlaufstrom-

Abb. 10. Längsschnitt durch den Läufer des Weißberg-Simplex-Motors mit angebautem Fliehkraftschalter.

[1]) s. Normalien des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, ETZ 1922 S. 700.

Abb. 11 und 12. Dreistufiger Fliehkraftschalter des Weißberg-Simplex-Motors.

stärke übersteigt nie das 1,75fache des Dauerstromes. Nachdem bestimmte, vorher festgelegte Drehzahlen erreicht sind, tritt der Fliehkraftschalter in Tätigkeit und schaltet in drei bis vier Stufen Teile der zweiten Läuferwicklung ein, wobei die Verhältnisse so gewählt sind, daß Drehmoment und Stromaufnahme bis zum Erreichen der höchsten Drehzahl annähernd gleichmäßig bleiben.

Der feuersicher und staubdicht gekapselte Fliehkraftschalter, Abb. 11 und 12, sitzt innerhalb des Motorgehäuses und stellt gewissermaßen eine Verlängerung des Läuferkernes dar. Er arbeitet in der Weise, daß die Schwunggewichte *d*, die von Wickelfedern *e* gehalten werden, so abgestimmt sind, daß sie nach Erreichen der erforderlichen Drehzahlen nacheinander Kontakt machen und dadurch die Abschnitte der zweiten Läuferwicklung einschalten. Die Einschaltzeiten können durch Ändern der Federspannung eingestellt werden. Bremsfedern *f* dienen zum Verzögern der Schwunggewichtbewegung. Die beweglichen Kontakte *g* sind geblättert und legen sich auf die festen Kontakte *h* unter einem Winkel so auf, daß infolge der Spreizwirkung ein dauernd sauberer und sicherer Reibkontakt besteht, während Vorkontakte *i* etwaige Öffnungsfunken unschädlich machen.

Der Weißberg-Simplex-Motor wird mittels gewöhnlichen Hebelschalters angelassen und abgestellt, kann also durch ganz ungeschultes Personal bedient werden. Nach zeitweiligem Ausbleiben der Spannung, wobei die zweite Läuferwicklung selbsttätig abgeschaltet ist, läuft der Motor selbsttätig wieder an, ohne daß ein hoher Stromstoß auftritt, durch den die Sicherungen abschmelzen, oder Schleifringe, Bürsten usw. Schaden erleiden, wie dies bei gewöhnlichen Kurzschluß- oder Schleifring-Motoren vorkommt. Für Antriebe, die ein besonders hohes Anzugmoment erfordern, kann — natürlich unter Zulassung eines entsprechend höheren Anlaufstromes — das 2- bis 2,5fache des normalen Vollastdrehmomentes beim Anlauf erreicht werden.

Die mit staubdichten Kugellagern versehenen Weißberg-Simplex-Motoren werden seit über 1½ Jahren in den eigenen Werken der Herstellerin zum Antrieb schwerer Werkzeugmaschinen usw. benutzt. Sie haben infolge der Einfachheit und Schnelligkeit der In- und Außerbetriebsetzung — e i n Handgriff gegen d r e i bei Schleifringmotoren und gegen z w e i bei Kurzschlußmotoren mit Sterndreieckschalter — zu wesentlichen Ersparnissen geführt und die Betriebsicherheit erhöht. Sie werden jetzt im Reihenbau bis zu 100 PS Leistung hergestellt. [1687] W a h l.

Maschinenteile.

Berechnung der Fundamentanker.

Auf dem Gebiet der Berechnung von Fundamentankern herrscht beim Konstrukteur noch immer große Unsicherheit, weil vor allem eine einfache Formel für diese Berechnung fehlt. Die bekannten Rechnungsverfahren sind entweder sehr einfach, gehen aber dann von falschen Voraussetzungen aus, oder ziemlich umständlich, wenn sie die wirklichen Verhältnisse berücksichtigen wollen. Das ist aber nicht ganz leicht; denn, abgesehen davon, daß man die Haftspannung des Betons am Eisen nicht übersehen kann und die Beschaffenheit des Betons nicht zuverlässig kennt, sind die Fußplatten selten einwandfrei untergossen, so daß die Voraussetzungen der Rechnung nicht zutreffen. Daneben läßt sich ein umständliches Rechnungsverfahren bei den Fundamentankern nicht mit der Absicht rechtfertigen, an Baustoffen zu sparen, da die Anker ein zu geringer Teil des ganzen Bauwerkes sind. Immerhin sind die Fundamentanker, nächst dem Fundament selbst, der wichtigste Teil des Bauwerkes, und es ist daher nicht angebracht, sie nebensächlich zu behandeln, schon deshalb, weil man sie nicht verstärken kann.

Abb. 13. Beanspruchung der Fundamentanker.

Nach Abb. 13 sei:

l die Länge der Fußplatte,
b die Breite der Fußplatte,
$F = b \cdot l$ die Fläche der Fußplatte,
W das Widerstandsmoment dieser Fläche,
σ_d die Kantenpressung an der Druckseite,
σ_z die Kantenpressung an der Zugseite,
V die lotrechte Last,
M das Moment an der Zementfuge,
$e = \frac{M}{V}$ der Abstand der Resultierenden von der Mitte,
a die Entfernung des Ankers von der Kante,
z der Ankerzug.

Ganz zu verwerfen ist selbstverständlich die Formel $z = \frac{M}{l-a} - \frac{V}{2}$, weil sie einer unendlich großen Kantenpressung entspricht. Vielfach findet man auch die Formel $z = \frac{M}{l-2a} - \frac{V}{2}$, worin also $l-2a$ die Ankerentfernung bedeutet; das kommt zwar der Wirklichkeit etwas näher, ist aber noch sehr unsicher und meist zu günstig, da die Ankerentfernung ganz willkürlich gewählt werden kann.

Für die meisten vorkommenden Fälle richtiger und für Vorberechnungen genügend ist es, zunächst anzunehmen, die Zementfuge könne Zug- und Druckkräfte aufnehmen, und die Zugkräfte werden von dem entsprechend bemessenen Anker übertragen. Greift der Anker ziemlich nahe an der Kante an, so rechnet man hierbei wenigstens selten zu günstig. Nur ließe sich das Verfahren durch Aufstellen einer bequemen Formel vereinfachen. Es ist:

$$\sigma_d = \frac{M}{W} + \frac{V}{F}$$

$$\sigma_z = \frac{M}{W} - \frac{V}{F}$$

die Gesamtzugkraft also:

$$z = \sigma_z \frac{b}{2} l \frac{\sigma_z}{\sigma_z + \sigma_d} = \frac{b\, l\, \sigma_z^2}{2(\sigma_z + \sigma_d)}.$$

Da aber
$$b\, l = F;\ \sigma_z = \frac{M}{W} - \frac{V}{F} = \frac{6\,M}{F\,l} - \frac{V}{F}$$

und
$$\sigma_z + \sigma_d = \frac{2\,M}{W} = \frac{12\,M}{F\,l},$$

so ist
$$z = \frac{F\left(\frac{6\,M}{F\,l} - \frac{V}{F}\right)^2}{24\frac{M}{F\,l}} = \frac{\left(\frac{6\,M}{l} - V\right)^2}{24\frac{M}{l}} = \frac{(6\,M - V\,l)^2}{24\,M\,l}.$$

Setzt man hierin $\frac{M}{V} = e$, so folgt $z = \frac{(6\,e - l)^2}{24\,e\,l} V$.

Diese Formel ist für große Überschlagrechnungen zwar brauchbar, aber nur in dem Falle richtig, wenn der Anker im Schwerpunkt des Dreiecks der Zugspannungen angreift. Sie berücksichtigt ferner nicht den Unterschied der Formänderungen von Anker und Beton. Will man noch die wirkliche Lage des Ankers berücksichtigen, so läßt sich auch für diesen Fall eine verhältnismäßig einfache Formel aufstellen, wenn der Unterschied der Formänderungen ebenfalls vernachlässigt und weiter vereinfachend angenommen wird, daß die geringe Verschiebung der Zugresultierenden ohne nennenswerten Einfluß auf die Lage der Druckresultierenden bleibt.

Der Abstand der Schwerpunkte der beiden Spannungsdreiecke ist $\frac{2}{3} l$. Der Abstand vom Anker bis zum Schwerpunkt des Druckspannungsdreieckes ist
$$\frac{2}{3} l + l \frac{\sigma_z}{3(\sigma_z + \sigma_d)} - a.$$

Nennt man nun den Ankerzug nach der vorigen Formel z' und den jetzt gesuchten z, so ist

$$z = z' \frac{\frac{2}{3} l}{\frac{2}{3} l + l \frac{\sigma_z}{3(\sigma_z + \sigma_d)} - a} = \frac{z'}{1 + \frac{\sigma_z}{2(\sigma_z + \sigma_d)} - \frac{3}{2}\frac{a}{l}},$$

und da

$$\frac{\sigma_z}{2(\sigma_z + \sigma_d)} = \frac{\frac{6\,M}{F\,l} - \frac{V}{F}}{\frac{24\,M}{F\,l}} = \frac{6\,M - V\,l}{24\,M} = \frac{6\,e - l}{24\,e},$$

so ist

$$z = \frac{z'}{1 + \frac{6\,e - l}{24\,e} - \frac{3}{2}\frac{a}{l}} = \frac{z' \cdot 24\,e\,l}{24\,e\,l + 6\,e\,l - l^2 - 36\,a\,e}$$

und für
$$z' = \frac{(6\,e - l)^2}{24\,e\,l} V:$$

$$z = V \frac{(6\,e - l)^2}{30\,e\,l - l^2 - 36\,a\,e} \quad \text{oder} \quad z = V \frac{(6\,e - l)^2}{6\,e(5\,l - 6\,a) - l^2}.$$

Diese Formel ist zwar wegen der angenommenen Vereinfachungen ebenso wie die vorige nur als Faustformel zu betrachten; sie ist aber der theoretischen Berechnung vorzuziehen. Übrigens hätte die nicht berücksichtigte Ankerdehnung eine, wenn auch unwesentliche, Verringerung der Ankerkraft zur Folge. [1607]

Düsseldorf. F r i t z N e u m a n n.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

März.

Die Besetzung des Ruhrgebietes. Während des Mo-·ts März haben die Franzosen die militärische-Besetzung des Ruhr-·bietes und der süddeutschen Landesteile abermals nicht unwesentlich ısgedehnt; u. a. wurden der Karlsruher Rheinhafen und der Mann-·imer Hafen, am 31. März auch die Mannheimer Benzwerke, weil dort ·geblich Kriegsgerät hergestellt wird, von französischen Truppen be-tzt. Gleichzeitig wird die Bevölkerung durch immer neue blutige Ge-ılttaten, Zwangsmaßnahmen und Verordnungen bedrückt. Um die An-stellten und Arbeiter der Reichsbahn im besetzten Gebiet zur Wie-·raufnahme ihrer Tätigkeit zu veranlassen, erließ die Interalliierte ıeinlandkommission eine Verordnung, auf Grund deren jeder mit dem ›de bestraft wird, „der durch vorsätzliches Handeln oder Nicht-andeln einen Eisenbahntransport gefährdet, sofern diese Handlun-·n einen Unfall mit tötlichem Ausgang verursacht haben oder hätten ·rursachen können". Wenn entsprechende Handlungen „den Erfolg ıtten oder den Erfolg hätten haben können, den Verkehr in emp-ıdlicher Weise oder für längere Dauer zu unterbrechen oder die cherheit und den Unterhalt des Heeres sowie die Versorgung der Be-ılkerung oder die öffentliche Ordnung zu gefährden, wird der Täter it lebenslänglicher oder zeitlich bemessener Zuchthaus- bzw. Frei-·itsstrafe nicht unter zehn Jahren bestraft. . . . . . Der Versuch der ·gehung einer dieser Handlungen, der Versuch der Anstiftung und der ›ihilfe zu ihrer Begehung, desgleichen jede vorbereitende Handlung ır Tat oder zur Beihilfe wird in gleicher Weise bestraft wie e Tat selbst". Im Anschluß an diese Verordnung, die jeder will-irlichen Auslegung Raum läßt und gegen die die deutsche Re-erung deshalb schärfsten Widerspruch erhoben hat, wurde den Eisen-ıhnern der militarisierten Strecken ein Ultimatum gestellt, daß sie ıs ihren Wohnungen verjagt würden, wenn sie sich nicht innerhalb ›n 24 Stunden den Anordnungen der Besatzungsbehörden fügten. Beide erordnungen haben den gewünschten Zweck, die Wiederaufnahme eines ›ordneten Eisenbahnverkehrs, nicht zu erreichen vermocht. Unter zahl-ichen Unglücksfällen halten französische Soldaten und Eisenbahner nen ganz unregelmäßigen und geringfügigen Zugverkehr aufrecht.

Ebenso ergebnislos ist die Aufforderung von General Degoutte an e einzelnen Bergwerksleitungen geblieben, die deutsche Kohlen-teuer bis zum 15. jeden Monats an eine von der Interalliierten Ruhr-›mmission bestimmte Bank, und zwar zu 50 vH in ausländischer Valuta, ›zuliefern. Ein besonderes Schiedsgericht soll die von den einzelnen ›rgwerken zu fördernden Kohlenmengen und die zu entrichtende Kohlen-euer festsetzen. Falls die Steuer bis zum 18. des Monats nicht be-ıhlt ist, soll Eigentum im Wert der zu entrichtenden Steuer fort-ınommen werden, dazu kommen weitere 50 vH für Strafmaßnahmen. t die Bezahlung am 26. noch nicht erfolgt, so wird das gesamte Eigen-m beschlagnahmt. Ist die Steuer bis Monatende nicht entrichtet, ıllen die Bergwerkbesitzer vor Militärgerichte gestellt werden und so-nge in Haft bleiben, bis die Bezahlung erfolgt. Schließlich soll die ıhlung rückwirkend für die vom Deutschen Reich seit dem Oktober 22 gestundeten Kohlensteuerbeträge erfolgen, deren Höhe auf unge-hr 14 Millionen $ veranschlagt wird. Da die Bergwerkverwaltungen ese Aufforderung unbeantwortet gelassen haben, ist eine weitere Ver-gung ergangen, daß zunächst der Aufsichtsrat, das Direktorium und ınn die Prokuristen der einzelnen Bergwerkunternehmungen in Haft ›nommen werden, falls bis zum 1. April die bis dahin fälligen Zahlun-›n nicht geleistet sind. Gegenüber diesen Verfügungen wird von ›utscher Seite darauf hingewiesen, daß die bis zum 28. Februar fällig ›wesenen Kohlensteuern des besetzten Gebietes bereits restlos an die ıständige deutsche Stelle abgeführt sind. Künftig gelangen die Zechen ›s rheinisch-westfälischen Bezirks gar nicht mehr in den Besitz des auf e Kohlensteuer entfallenden Anteils des Kohlenpreises, da durch eine erordnung der deutschen Regierung vom 5. März das nach Hamburg ›rlegte rheinisch-westfälische Kohlensyndikat an Stelle der einzelnen ›chen zum gesetzlichen Schuldner für die Kohlensteuer eingesetzt orden ist. Die Großindustriellen des Ruhrbezirks haben den Beschluß ›faßt, die Zahlung der Steuer an die Franzosen und Belgier unbedingt ›zulehnen und alle Folgen dieser Weigerung auf sich zu nehmen.

Die neuerdings von den Franzosen unternommenen Bemühungen, einzelnen Werken die Bestände an Kohle, Erzen und Eisen aufzu-›hmen, um auf diese Weise einen Einblick in die Betriebe zu gewinnen, nd infolge des Widerstandes der Werkleitungen sowie der Belegschaf-›n bisher erfolglos geblieben. Dem gleichen Widerstand begegnen die ersuche der belgischen und französischen Truppen, ihrerseits die auf ›n Zechen lagernden Koksmengen zu verladen und abzurollen. So-ohl auf der Zeche „Schlägel und Eisen", die Ende März von den ranzosen, als auch auf der staatlichen Zeche „Rheinbaben", die von elgischen Truppen in Begleitung von Arbeitern — zumeist Italienern - besetzt wurde, haben die Belegschaften die Arbeit niedergelegt und ·klärt, erst nach Räumung der Werke durch die Truppen den Be-ieb wieder aufzunehmen. Seit dem 29. März verlangen die Franzosen ı den örtlichen Ausgängen des Ruhrgebietes, in Dorsten und Winsen, ie Zahlung einer Abgabe von 10 vH des Wertes aller ein- und auszu-ihrenden Waren, eine Bestimmung, die in kurzer Zeit zur Lahmlegung es Warenverkehrs führen wird; denn einmal lehnen die deutschen irmen die Einholung der entsprechenden französischen Genehmigung nd die Zahlung des Zolles ab, ferner befördert die Reichsbahn keine üter, für welche dieser Zoll entrichtet worden ist. — Erwähnt sei och, daß die Ingenieurkommission inzwischen ihren Sitz von Essen nach Düsseldorf verlegt hat und der erste Vorsitzende de Coste angeblich aus Gesundheitsrücksichten, in Wirklichkeit wegen des völligen Versagens aller von ihm getroffenen Anordnungen von seinem Posten zurücktreten mußte. Die von Zeit zu Zeit auftauchenden Gerüchte über Vermittlungsversuche des einen oder anderen Staates haben sich bisher stets als unrichtig erwiesen. Die deutsche Regierung, welche, wie die Reichstagsverhandlungen vom 7. März gezeigt haben, in ihrem Widerstand gegen die Ruhrbesetzung von allen Parteien unterstützt wird, schlägt entsprechend einer von dem amerikanischen Staatssekretär Hughes Ende Dezember gegebenen Anregung vor, die Frage der Wiedergutmachungsleistungen aus dem Gebiet der Politik herauszuheben und einen internationalen unparteiischen Ausschuß von sachverständigen Geschäftsleuten einzusetzen, an dem deutsche und französische Vertreter in voller Gleichberechtigung teilnehmen müßten. Aufgabe dieses Ausschusses wäre es, einwandfrei festzustellen, was Deutschland bisher geleistet habe und gerechterweise noch leisten müsse und könne; gleichzeitig müßte der Ausschuß die Wege weisen, auf welchen diese Leistungen zu bewerkstelligen sind. Als Grundlage für solche Verhandlungen verlangt die deutsche Regierung lediglich die Gewähr, daß die widerrechtliche Besetzung des Ruhrgebietes schnellstens aufgehoben wird. Auf der anderen Seite erklären die belgische und die französische Regierung, daß sie jede Vermittlung eines anderen Staates ablehnen müssen und erst dann Verhandlungen mit Deutschland aufnehmen werden, wenn Deutschland die Besetzung des Ruhrgebietes als eine rechtmäßige Handlung anerkennt und einer Reihe weiterer Zwangsmaßnahmen, u. a. der Angliederung der Verwaltung des Ruhrgebietes an die des Rheinlandes und des Saargebietes, zustimmt. Die Räumung des Ruhrgebietes soll dann — nach einer Erklärung, die Poincaré in der französischen Kammer abgegeben hat — „nur in dem Maß und in dem Verhältnis der von Deutschland durchgeführten Zahlungen erfolgen".

Die englische Regierung verharrt teils aus Rücksicht auf Frankreich, teils infolge der günstigen Wirkung, welche die Ruhrbesetzung auf den englischen Arbeitsmarkt ausübt — die Zahl der Arbeitslosen ist von Anfang Januar bis Mitte März um 157 000 Arbeiter gesunken —, nach wie vor in ihrer sogenannten „Neutralität", obwohl im Volk und vor allem im Parlament die Stimmen derer zunehmen, die ein Eingreifen Englands als erforderlich bezeichnen. Heftige Klagen erheben die englischen Handelskreise im Kölner Gebiet wegen der durch die belgisch-französischen Maßnahmen herbeigeführten Erschwerung ihres Verkehrs mit England und dem unbesetzten Deutschland. Vor allem aber verdient eine Denkschrift Erwähnung, die eine Gruppe führender Vertreter der englischen Industrie im Unterhaus ausgearbeitet hat. Die Denkschrift schlägt vor, daß Deutschland für Wiedergutmachungszwecke im ganzen 2663 Mill. £, darunter 920 Mill. £ an Großbritannien, zahlen solle. Wenn Großbritannien den genannten Betrag erhalte und an die Vereinigten Staaten weiterzahle, sollen diese beiden Staaten dafür auf alle übrigen ihnen geschuldeten Beträge verzichten. Deutschland soll gegen entsprechende Bürgschaften einen Zahlungsaufschub von mindestens zwei Jahren erhalten; anderseits sollen die im Friedensvertrag festgelegten östlichen Grenzen Frankreichs von allen beteiligten Mächten garantiert werden und daraufhin Frankreich das Ruhrgebiet räumen. Die Denkschrift macht des weiteren Vorschläge für die endgültige Regelung der russischen Frage und empfiehlt, daß, sobald England und die Vereinigten Staaten sich zur Annahme dieser Vorschläge bereit erklärt haben, sofort eine Weltkonferenz unter Einbeziehung Deutschlands und Rußlands zur Regelung der internationalen Schulden einberufen werde. Schließlich sei noch hervorgehoben, daß auf der Tagung der internationalen Handelskammern in Rom am 23. März ein Antrag des stellvertretenden Vorsitzenden der Vereinigung italienischer Bankiers, Bianchini, angenommen worden ist, der eine Herabsetzung der Wiedergutmachungsleistungen auf ein vernünftiges Maß, die Verknüpfung dieser Zahlungen mit den interalliierten Schulden und eine gerechte Lösung aller Wirtschaftsfragen in Verbindung mit einem die Unabhängigkeit der einzelnen Staaten sicherstellenden Frieden fordert.

In diesem Zusammenhang seien noch einige bemerkenswerte Mitteilungen über die sonstigen Beziehungen Deutschlands zu den ehemals vereinigten Staaten gemacht. Frankreich hatte kürzlich von Deutschland die Lieferung von jährlich 60 000 t reinem Stickstoff, insbesondere für den Bedarf der zerstörten Gebiete, gefordert; es ist dies rd. $^1/_6$ der gesamten deutschen Stickstofferzeugung, die ihrerseits den auf etwa 500 000 t geschätzten Eigenbedarf Deutschlands bei weitem nicht zu decken vermag. Mit Rücksicht auf die unzureichende Ernährung der deutschen Bevölkerung hat die deutsche Regierung gegen diese Forderung Einspruch erhoben und zu einer Anfang März von der Wiedergutmachungskommission einberufenen Besprechung über die Stickstofflieferungen an Frankreich, Belgien und Italien keinen Vertreter entsandt, da die deutsche Regierung während der Besetzung des Ruhrgebietes jede Lieferung an Belgien und Frankreich ablehnt. Dagegen sind mit der italienischen Regierung unmittelbare Verhandlungen wegen der künftigen Stickstofflieferungen eingeleitet. — Die am 7. November 1920 verfügte Freigabe des deutschen Kleineigentums bis zu 50 000 Lire ist von der italienischen Regierung auch auf die deutschen Staatsangehörigen in den neuen italienischen Provinzen ausgedehnt worden. — In den Vereinigten Staaten ist nach langwierigen Verhandlungen Anfang März vom Repräsentantenhaus und dem Senat die Winslow-Bill angenommen worden, die eine Freigabe der deutschen Vermögen bis zu 10 000 $ vorsieht. Der Wert der auf Grund des Gesetzes freizugebenden deutschen Guthaben wird auf etwa 50 bis 100 Mill. $ geschätzt.

Die Kohlen- und Eisenversorgung. Auch im Monat März hat die Versorgung des unbesetzten **Deutschlands** mit Kohle, Eisenerzen bzw. Eisen in durchaus befriedigendem Umfange erfolgen können. Außer England und der Tschechoslowakei bieten neuerdings auch die Vereinigten Staaten die Lieferung von Steinkohle und Koks an, da die amerikanischen Bergwerksverwaltungen hoffen, daß der ursprünglich befürchtete Ausstand der Bergarbeiter vermieden werden wird. Während auf der einen Seite der Bezug der englischen und amerikanischen Kohle durch die Besserung des Markwertes erleichtert wird, wirken auf der andern Seite die neuerdings rasch steigenden ausländischen Kohlenpreise und die Erhöhungen der Seefrachten hemmend auf die Einfuhr; so sind z. B. die Kohlenfrachten von England nach den norddeutschen Häfen seit Anfang Januar von 5 auf 9 sh/t gestiegen. Aus England wird für den Monat März mit einer Einfuhr von etwa 1,5 Mill. t gerechnet. Die süddeutsche Industrie wird in besonders starkem Umfang mit Steinkohle, Koks und Braunkohle aus der Tschechoslowakei beliefert. Die Braunkohleneinfuhr im März wird auf etwa 300 000 t geschätzt. In der zweiten Hälfte des Monats März war die Einfuhr aus der Tschechoslowakei durch den weiter unten erwähnten Ausstand der Bergarbeiter im Ostrau-Karwiner Gebiet stark behindert, da die gesamte Kohlenförderung und Kokserzeugung des genannten Bezirks stillgelegt war. Daß der Ausstand bereits nach 14 Tagen beigelegt wurde, war deutscherseits auch deshalb zu begrüßen, weil ein längeres Andauern Betriebseinschränkungen, wenn nicht sogar Stillegungen der tschechoslowakischen und deutsch-österreichischen Eisenwerke und dadurch in weiterer Folge auch Schwierigkeiten in der deutschen Eisenversorgung nach sich gezogen hätte; denn infolge der Besetzung des Ruhrgebietes ist Deutschland genötigt, fortlaufend erhebliche Mengen Eisen aus der Tschechoslowakei, Deutsch-Österreich und England zu beziehen, da die Eisen erzeugende Industrie des unbesetzten Deutschlands den aufkommenden Bedarf nicht zu decken vermag. Leider macht sich in England und Schottland infolge der ständig wachsenden Nachfrage aus dem Festland in letzter Zeit bereits ein gewisser Mangel an greifbarem Gießerei-Roheisen, Hämatit sowie an Ferrosilizium und Ferromangan bemerkbar, so daß die Werke für Aprillieferungen kaum mehr Aufträge entgegennehmen.

Für den **französischen** Kohlen- und Eisenmarkt hat die Besetzung des Ruhrgebietes überaus nachteilige Folgen gehabt. In der Zeit vom 11. Januar bis zum 20. März sind aus dem Ruhrgebiet nur 80 000 t Kohle und 18 000 t Koks nach Frankreich und Belgien abgerollt worden, d. h. weniger als beide Staaten zusammen vorher von Deutschland als Zwangslieferung während dreier Tage erhalten hatten. Hinzu kommt, daß der mit Anfang Februar im Saargebiet herrschende Bergarbeiterausstand für Frankreich einen täglichen Kohlenausfall von rd. 38 000 t zur Folge hat. Unter diesen Umständen sieht Frankreich sich ebenfalls zu erheblichen Einkäufen an Kohle, Koks und Eisen in England und in der Tschechoslowakei genötigt. Versuche, aus Deutsch-Österreich Eisen zu beziehen, sind bisher offenbar erfolglos geblieben. Der Mangel an Hüttenkoks in Frankreich ist bereits so groß geworden, daß die französische Koksverteilungsstelle, die Société des Cokes des Hauts-Fourneaux (Scof), die den einzelnen Hüttenwerken zustehenden Koksmengen auf die Hälfte der ihnen bisher zugewiesenen Mengen herabgesetzt hat, und zwar erfolgt die Zuweisung zu ⅔ in französischen und zu ⅓ in englischen Koks.

Hand in Hand mit der zunehmenden Nachfrage nach Kohlen und Eisen seitens Deutschlands und Frankreichs im Ausland gehen natürlich die Preise für diese Erzeugnisse auf dem Weltmarkt nicht unwesentlich in die Höhe. So haben in England die Preise für Kohle, Koks und Eisen in den letzten Wochen eine nicht unbeträchtliche Steigerung erfahren; in den Vereinigten Staaten, in denen neben Deutschland vor allem England und Schweden sowie China und Japan als Käufer von Eisen und Stahl auftreten, ziehen die Preise ebenfalls beträchtlich an (vgl. die Preistafeln in den VDI-Nachrichten). Die in Frankreich in den letzten Wochen erfolgte Preissteigerung für die von der Scof bewirtschafteten Koks (Sorte P 1) zeigt nachstehende Zahlentafel:

Dezember 1922	95 Fr/t
Januar 1923	97 „
1. bis 14. Februar 1923	110 „
15. bis 28. Februar 1923	150 „
seit 1. März 1923	198 „

Die im freien Verkehr erhältlichen ausländischen Koks stellen sich Ende März auf etwa 320 bis 350 Fr/t gegenüber 250 Fr/t Anfang März.

Die deutsche Valuta. Die Befestigung des Markwertes auf einem Dollarstand von etwa 22 700 ℳ, die in der letzten Februarwoche eingetreten war, hielt in den ersten Tagen des Monats März an. Eine neue Aufwärtsbewegung der Mark, die am 7. März einsetzte, führte nach einigen Tagen schwankender Bewertung zu einer neuen Stabilisierung der Mark auf einem Dollarstand von rd. 20 900 ℳ. In der letzten Woche des Monats machte sich eine leichte Abschwächung des Markwertes geltend. Am 29., dem letzten Märztag, an dem in Berlin Devisenkurse festgesetzt wurden, wurde der Dollar mit 20 975 ℳ bewertet; in New York betrug die Dollarparität für den Markkurs am 31. März 21 298 ℳ. In der Bewertung der übrigen Devisen an der Berliner Börse war im allgemeinen eine ähnliche Entwicklung zu beobachten. 100 **österreichische Kronen** wurden am 1. März mit 32,00 und am 29. März mit 29,75 ℳ notiert. Für 100 **polnische Mark** lautete die Bewertung an den gleichen Tagen 55,50 bzw. 51 ℳ. Gegenüber den Edelvaluten haben sowohl die österreichische Krone als auch die polnische Mark ziemlich unverändert den Stand des Vormonats beibehalten[1]). In London wurden für 1 £ durchschnittlich 325 000 österreichische Krone bzw. 210 000 polnische Mark gezahlt.

Im Gegensatz zu der im allgemeinen ruhigen Lage des Devisenmarktes war die Bewertung des **französischen Frank** im Lau des Monats März recht erheblichen Schwankungen unterworfen, wie a der nachstehenden Zahlentafel ersichtlich ist.

Es wurden gezahlt für:

	1 franz. Fr in Berlin	100 franz. Fr in Zürich	1 $ in Paris
1. März . .	1392 ℳ	32,57 Schweizer Fr	16,41 franz. Fr
8. „ . .	1185 „ [2])	32,40 „ „	16,53 „ „
9. „ . .	1250 „	32,80 „ „	16,58 „ „[2])
10. „ . .	1250 „	32,30 „ „[2])	16,56 „ „
21. „ . .	1389 „	35,85 „ „	14,92 „ „[3])
22. „ . .	1412 „ [3])	37,20 „ „[3])	14,95 „ „
29. „ . .	1402 „	35,95 „ „	15,10 „ „

Die nicht unbeträchtliche Besserung des Frankenkurses, die Mit März eintrat, konnte sich in den folgenden Tagen nicht behaupte. Immerhin weist der Frank sowohl gegenüber den Edelvaluten als au im Verhältnis zur Mark bei Monatschluß einen etwas höheren Stan auf als beim Monatsbeginn.

Stabilisierung der Mark. Eine möglichst dauernde St bilisierung der Mark, wie sie die Reichsbank in den letzten Woch mit Erfolg durchführen konnte, ist der Zweck der bereits im vorig Bericht[1]) erwähnten Anleihe von 50 Mill. $ Goldschatzanweisungen, der Ausgabe der Reichstag am 2. März genehmigt hat. Die im Laufe d Monats erfolgte Zeichnung hat einen Betrag von nur etwa 50 Million Goldmark ergeben; gemäß dem von der Reichsregierung mit den Bank abgeschlossenen Vertrag erfolgt deshalb eine Auffüllung des Zeic nungsbetrages bis auf 100 Millionen Goldmark seitens der Banken. We das Ergebnis auch leider nicht als günstig bezeichnet werden kann, erhält die Reichsbank immerhin einen recht erheblichen Zuwachs ihrem Devisenbestand. Diese neuen Mittel in Verbindung mit einer Rei andrer Maßnahmen der Reichsbank, insbesondere der inzwischen erfol ten Hinterlegung von 100 Millionen Goldmark bei der Schweizerisch Nationalbank, stellen die Bemühungen der Reichsbank zur Bee flussung der Devisenkurse, d. h. zur Stabilisierung der Mark auf ei breitere Grundlage. Eine Veranschlagung der Einnahmen und Au gaben des durch die Anleihe aufgebrachten Fonds findet im Reichshaushalt nicht statt, dagegen wird jährlich über den Bestand und die Entwicklung des Fonds Rechnung abgelegt werden. Die zum ersten Erwerb der Schatzanweisungen eingehenden Devisen, deren Hingabe von der Devisenumsatzsteuer befreit ist, werden der Reichsbank überwiesen, welche die selbstschuldnerische Bürgschaft für die Schatzanweisungen übernommen hat. Weitere steuerliche Erleichterungen für die Anleihezeichner sind bei der Veranlagung zur Reichseinkommensteuer und zur Körperschaftsteuer vorgesehen. Der Hauptvorzug der Anweisungen liegt in ihrer Beleihbarkeit, während die Devisen selbst bekanntlich neuerdings nicht mehr beliehen werden dürfen. Die Beleihung erfolgt bei den Darlehnskassen zu einem vergleichsweise günstigen Zinsf — nämlich zu 10 vH über Bankdiskont, zurzeit also zu 13 vH —, und zw sofort nach Ausgabe der Stücke. Die Anweisungen werden bei täglic rückzahlbaren Darlehen bis zu 40 vH des Kurswertes beliehen, wob der Dollar höchstens mit 20 000 ℳ bewertet wird. Unterwirft sich d Darlehnsnehmer für die Rückzahlung des Darlehens und die Zurüc nahme der verpfändeten Stücke einer Kündigungsfrist von einem Mona so erfolgt eine Beleihung bis zu 60 vH des Kurswertes. Die Anweisu gen laufen vom 15. April 1923 bis zum 15. April 1926; sie werden Pari ausgegeben. Die Zinsen werden nicht laufend ausgezahlt, sonde bei Fälligkeit dem Rückzahlungskapital mit 20 vH zugeschlagen; dies Aufschlag entspricht einer Verzinsung von über 6 vH. Die Rückzahlu erfolgt in Dollardevisen oder in effektivem Gold, und zwar in eine bestimmten Grammgewicht Gold für jeden Dollar. Erwähnt sei noc daß der französische Vertreter in der Wiedergutmachungskommissi gegen die Auflegung der Anleihe Einspruch erhoben hat und auf Vo schlag des italienischen Vertreters die Prüfung dieser Frage dem juris schen Beirat der Wiedergutmachungskommission überwiesen wurd Dieser hat in einer Sitzung am 27. März einstimmig entschieden, d Deutschland kein Recht habe, ohne Genehmigung der Wiedergutmachung kommission eine solche Anleihe auszugeben. Die Frage, ob die Ko mission den Ertrag der Anleihe für sich beanspruchen dürfe, wurde v dem französischen und dem italienischen Vertreter bejaht, von de

[1]) Z. 1923 S. 246.

[2]) niedrigster Stand des französischen Franken.
höchster Stand des französischen Franken.

Deutsche Konjunkturtafel.

Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. S. 47.

Verhältniswerte (Werte von 1913 = 1 gesetzt).

Letzte Werte: Ruhr-Fettstückkohle vom 1. April an 151 006 ℳ/t, Stabeisen . . . . vom 21. Februar an 104 300 ℳ/t, Hämatit . . . . . vom 1. März an 678 300 ℳ/t, Kupfer . . . am 4. April 8 230,00 ℳ/kg, Baumwolle . am 4. April 15 051,00 ℳ/kg, Dollar . . . am 4. April 21 132,50 ℳ/$

Aktienkennzahl am 23. März 879 415.

lgischen, dem englischen und dem japanischen Vertreter jedoch verint. Die weitere Frage, ob die Verbündeten ein Recht hätten, sich die Geschäftsführung der Reichsbank einzumischen und ihr die für e Anleihe übernommene Bürgschaft zu untersagen, wurde lediglich n dem französischen Vertreter bejaht. Die übrigen Mitglieder des irates vertraten den Standpunkt, daß die Reichsbank als Privatinstitut ßerhalb der Machtbefugnisse der Wiedergutmachungskommission stehe. uf Grund dieser Entscheidung hat die Wiedergutmachungskommission einer Note an die Kriegslastenkommission darauf hingewiesen, „daß e sich — auch gegenüber den Anleihezeichnern — ihre Vorrechte auf alle ittel vorbehalte, die vom Reich zur Deckung des Zinsendienstes und r Rückzahlung der Anleihe bestimmt werden könnten, besonders enn diese außerordentliche Einnahme nicht zur Begleichung der Wiedertmachungszahlungen verwendet wird".

Die Preisbewegung. Trotz der geschilderten Besserung s Markwertes ist an Stelle des erhofften weitgehenden Preisabbaues sher im allgemeinen nur ein gewisser Stillstand in der Preisbewegung t verzeichnen. In einzelnen wichtigen Bedarfsgegenständen ist sogar ch eine Verteuerung erfolgt. Im Sinn einer Herabsetzung der Ausben des Staatshaushaltes hat die Regierung beschlossen, das Reichshatzministerium zum 1. April aufzulösen; an seine Stelle tritt die Vereinigte Industrie-Unternehmungen A.-G.", die dem Reichsfinanzministerium angegliedert wird. An der neuen Gesellschaft, die über ein Aktienkapital von 600 Mill. ℳ verfügt, sind die im Besitz des Reiches befindlichen wirtschaftlichen Unternehmungen beteiligt; dagegen ist eine Beteiligung privater Unternehmungen nicht beabsichtigt. Die Selbständigkeit der einzelnen angeschlossenen Werke wird durch die Neugründung nicht beeinträchtigt.

Im Anschluß an seine im vorigen Bericht[1]) erwähnten Rundschreiben hat der Reichswirtschaftsminister sich abermals im Interesse eines Preisabbaues an die Spitzenverbände von Handel, Industrie und Handwerk sowie an die Konsumgenossenschaften gewandt. Er weist auf die von vielen Seiten erhobenen Vorwürfe hin, daß die von den Verkäufern, vor allem von den Kartellen, festgesetzten Preise nicht mehr als angemessen bezeichnet werden können. Der Minister betont, daß er einerseits nicht gewillt sei, „Auswüchse der Kartellgewalt, insbesondere hinsichtlich der Preisfestsetzung, zuzulassen", daß er es aber anderseits für ebenso erforderlich hält, „daß allen Nachrichten über eine Diktatur der Kartelle der Boden entzogen wird, wenn sie sich in Widerspruch mit den Tatsachen befinden". Der Reichswirtschaftsminister fordert deshalb auf, ihm unter Beigabe der entsprechenden Unterlagen unverzüglich alle Kartelle zu benennen, deren Verhalten

[1]) Z. 1923 S. 246.

mit den Vorschriften gegen Preistreiberei in Widerspruch steht. Etwaige Streitigkeiten sollen im Wege gegenseitigen Verständnisses und Entgegenkommens durch Vermittlung von Schlichtungsstellen, insbesondere der Kartelleinigungsstelle, geregelt werden. Gegebenenfalls ist der Reichswirtschaftsminister bereit, seine Unterstützung zur Beilegung von Streitigkeiten zu leihen.

Über die Preisbewegung im einzelnen ist zu erwähnen, daß mit Rücksicht auf die ziemlich unverändert gebliebenen Kosten der Lebenshaltung die Gehälter und Löhne zum ersten Mal seit mehreren Monaten im allgemeinen keine oder eine nur geringfügige Erhöhung erfahren haben. Von einer weiteren Erhöhung der Posttarife hat die Regierung zunächst Abstand genommen, obwohl sich bei der Reichspostverwaltung gegenüber dem Voranschlag, der mit einem Fehlbetrag von 80,6 Milliarden ℳ abschloß, unter den gegenwärtigen Verhältnissen ein Fehlbetrag von 1204,6 Milliarden ℳ — nämlich 764,6 Milliarden ℳ Einnahmen und 1969,2 Milliarden ℳ Ausgaben — ergibt. Für Eisenbahnfrachten ist eine Herabsetzung allerdings um zunächst nur 2 vH in Aussicht gestellt. Ferner ist die Regierung bestrebt, eine Verbilligung der Baustoffe und künstlichen Düngemittel zu erreichen. Der im Steuerausschuß des Reichstages eingebrachte Antrag auf Ermäßigung der Kohlensteuer von 40 auf 20 vH wurde zurückgezogen, da der Reichsfinanzminister im Reichstag erklärte, daß die Regierung „die Initiative zu einer noch festzusetzenden Ermäßigung der Kohlensteuer zu ergreifen bereit ist", falls der Bergbau seinerseits in gleicher Weise an der Senkung der Kohlenpreise mitwirkt. Der Reichstag hat daraufhin die der Regierung seinerzeit gegebene Ermächtigung zur Erhebung einer Steuer von 40 vH bis zum 31. März 1924 verlängert unter dem Vorbehalt, daß eine Ermäßigung erfolgen müsse, wenn sie von dem Reichsrat und dem Reichskohlenrat verlangt wird und der Steuerausschuß des Reichstages ihr zustimmt. Am 27. März haben der Reichskohlenverband und der Große Ausschuß des Reichskohlenrates in gemeinsamer Sitzung mit Wirkung vom 1. April eine Herabsetzung der Nettokohlenpreise frei Grube, d. h. also ausschließlich Kohlensteuer, beschlossen, die für Steinkohle etwa 3,3 und für Braunkohle etwa 9 vH des Märzpreises beträgt. Die Ermäßigung gilt ausschließlich für die Förderung des unbesetzten Deutschlands. Entsprechend der vorher erwähnten Zusage hat daraufhin der Reichsrat eine Herabsetzung der Kohlensteuer von 40 auf 30 vH beschlossen, die natürlich auch für die im besetzten Gebiet geförderte Kohle in Kraft tritt; insgesamt erfährt damit der Preis für Steinkohle eine Ermäßigung um rd. 10 vH, der Preis für Braunkohle eine solche um 16 vH.

Die Ausstandbewegung. Wie schon so oft in den vergangenen Monaten hat auch im Monat März die Berliner Metallindustrie vor der Gefahr eines Ausstandes der Arbeiter und Angestellten gestanden, der aber auch diesmal erfreulicherweise durch Vermittlung des Reichsarbeitsministeriums vermieden werden konnte. Ein Mitte März aus politischen Gründen ausgebrochener Ausstand im oberschlesischen Kohlenbezirk, der rasch um sich griff und sich zu einem Generalstreik auszuwachsen drohte, konnte gegen Monatende durch einen Vergleich zwischen den Arbeitgeber- und Arbeitnehmerverbänden beigelegt werden. Dagegen hält der Ausstand der Bergarbeiter im Saargebiet trotz aller noch so scharfe Gegenmaßnahmen der französischen Bergwerksverwaltung in ungemin dertem Umfang seit Anfang Februar an. Die Arbeiter bestehen au einer Erhöhung des Schichtlohnes um 7 Fr, während die Grubenver waltung nur 3 Fr gewähren will. In Lothringen sowie in einige anderen Kohlengebieten Frankreichs verharren die Bergarbeite ebenfalls im Ausstand; genauere Nachrichten über die Lage in diese Gebieten sind nicht zu erhalten. Ein weiterer Bergarbeiterausstan brach am 12. März in der Tschechoslowakei, und zwar in Ostrauer Bezirk aus, weil die Arbeiter die von den Bergwerksver waltungen gewünschte allgemeine Verlängerung der Schichtdauer an Sonnabend auf acht Stunden ablehnten. Der Ausstand wurde nac 14tägiger Dauer im Wege des Vergleichs beigelegt, indem die Arbeite zwar grundsätzlich auf ihrem Standpunkt verharrten, sich aber berei erklärten, auf Aufforderung der Unternehmer gegen entsprechende Ent lohnung im Untertagebau am Sonnabend zwei Stunden Überschichten d. h. also wie an den übrigen Wochentagen acht Stunden zu arbeiten Um die Beilegung des Streiks hat sich vor allem das tschechoslowa kische Ministerium für öffentliche Arbeiten bemüht, um auf jeden Fa ein weiteres Anwachsen der seit längerem herrschenden Arbeitslosigke zu vermeiden. Wurde doch bereits im Februar die Zahl der Vollarbeits losen auf über 300 000, die Zahl der Kurzarbeiter auf nahezu 300 00 geschätzt. Nach Angabe der freigewerkschaftlichen Organisationen de Metallarbeiter waren Anfang Februar über 35 vH ihrer Mitglieder vol ständig arbeitslos und weitere 35 bis 40 vH nur mit Kurzarbeit be schäftigt. In Deutsch-Österreich ist infolge passiver Resisten der Staatsangestellten seit dem 19. März der gesamte Post-, Telegra phen- und Telephonverkehr eingestellt; eine Ausdehnung des Aus standes auf andere Staatsbetriebe wird befürchtet. Der Grund zu diese Schritt der Angestellten liegt darin, daß die Regierung den genannte Angestelltengruppen nach Kriegsende erhebliche Fahrtvergünstigunge für die Beschaffung von Nahrungsmitteln gewährt hatte, diese Ver günstigungen neuerdings jedoch wesentlich eingeschränkt hat, um de Staatshaushalt von den hieraus entstandenen gewaltigen Unkosten z entlasten. Die Gewerkschaften der in Frage kommenden Angestellten gruppen haben diesem Beschluß der Regierung die Anerkennun verweigert. [W 193]

Kapitalaufnahme der Industrie.

Die Beanspruchung des deutschen Kapitalmarktes hat im Mona Februar abermals eine Zunahme erfahren und damit die Anforderunge des Monats November 1922, der bisher die höchsten Ansprüche aufzu weisen hatte, um 3203 Mill. ℳ übertroffen.

Die Zahlen der letzten drei Monate lauten (in Mill. ℳ):

	Dezember	Januar	Februar
Neue Stammaktien	10 450	10 337	15 35
„ Vorzugsaktien	514	482	75
„ Obligationen	675	1 513	82
zusammen	11 639	12 332	16 93

[W 192]

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblick lichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 2500).

Automobilbau. Von P. M. Heldt. II. Bd. Das Untergestell. Deutsche Ausgabe von Dipl.-Ing. J. Spisbach und W. Tuloschinski. Berlin 1922, Rich. Carl Schmidt & Co. 510 S. mit 379 Abb. u. 3 Tafeln.

Der als Schriftleiter einer amerikanischen Fachzeitschrift bekannte Verfasser hat in diesem Buch planmäßig die in den Aufsätzen seiner Zeitschrift verstreuten Unterlagen zu einer geordneten Beschreibung der Einzelteile des Untergestells, gegliedert in Abschnitte über allgemeinen Aufbau, Kupplungen, Wechselgetriebe, Hinterachsantrieb, Bremsen, Vorderachse und Senkung, Rahmen, Federn usw., vereinigt und durch Anleitungen für die Berechnung ergänzt. Er hat so ein umfängliches Buch geschaffen, dessen Wert meines Erachtens vor allem darin zu suchen ist, daß es uns die Kenntnis der bekanntesten amerikanischen Konstruktionseinzelheiten vermittelt, die, aus den Anforderungen amerikanischer Massenherstellungsverfahren hervorgegangen, auch dem deutschen Konstrukteur bei den Versuchen, die Kosten der Bearbeitung zu verringern, manche brauchbare Anregung bieten können, auch wenn die wiedergegebenen Bauarten dem Stande der Technik vor dem Krieg entsprechen. Als ein Lehrbuch des Automobilbaues, als Mittel für den Ingenieur, die grundlegenden Anforderungen an die einzelnen Bauteile kennen zu lernen und danach die vorhandenen Ausführungen kritisch zu beurteilen, kann man dagegen das Buch nicht bezeichnen, da es trotz seiner planmäßigen Stoffeinteilung viel zu sehr auf Beschreibung und zu wenig auf eine der Vorbildung des Ingenieurs angepaßte Kritik eingestellt ist. Auch aus den Berechnungen läßt sich entnehmen, daß sie für wenig vorgebildete Techniker bestimmt sind.

Hervorragend sind Ausstattung, Druck und Abbildungen des Buches. Der Text wirkt, da er sich anscheinend streng an die englische Urschrift hält, etwas ermüdend; teilweise sind auch die englischen Ausdrücke nicht ganz glücklich übersetzt, z. B. „fliegende Achse", „gewölbte Hinterachse" usw. [B 1609] Dr. Heller.

Der praktische Maschinenbauer. 2. Band: **Wissenschaftliche Ausbildun 1. Teil: Mathematik und Naturwissenschaft.** Von R. Kramm K. Ruegg und H. Winkel. Berlin 1923, Julius Springer. 380 S mit 369 Abb. Preis geb. Gz. 7.

Der praktische Eisenhochbau. Von A. Gregor. Nachtrag zur erste und zweiten Auflage. Über Materialausnutzung und Arbeitsverein fachung. Berlin 1923, Hermann Meußer. 16 S. mit Abb. Preis Gz. 1 (Besprechung des Hauptwerkes s. Z. 1922 S. 383.)

Vorlesungen über technische Mechanik. Von Prof. Dr.-Ing. A. Föpp 2. Band: **Graphische Statik.** 6. Aufl. Leipzig und Berlin 1923, B. G Teubner. 401 S. mit 209 Abb. Preis Gz. 5,5, geb. 8.

Im wesentlichen unveränderter Abdruck der 4. und 5. Auflage de allgemein bekannten und geschätzten Werkes.

Sammlung Göschen, Band 412. **Gas- und Wasserversorgung der Ge bäude.** Von Dipl.-Ing. W. Schwaab. Berlin und Leipzig 1923, Walte de Gruyter & Co. 119 S. mit 119 Abb. Preis Gz. 1.

Anleitungen zum Arbeiten im Elektrotechnischen Laboratorium. Von E Orlich. 1. Teil. Berlin 1923, Julius Springer. 96 S. mit 74 Abb Preis Gz. 2.

Die Anleitungen sind als Ergänzungen zu den Vorlesungen de Technischen Hochschule auf die im Berliner Laboratorium vorhandene Hilfsmittel zugeschnitten, enthalten aber so viel allgemeine Hinweise fü das praktische Arbeiten im Laboratorium, daß sie von hohem allgemeinen Wert sind. Der vorliegende Band enthält im wesentlichen nur die Au gaben des Anfängerkurses.

Chemisch-technische Bibliothek, Band 22: **Das Gesamtgebiet des Lich druckes und die Emailphotographie.** Von Prof. J. Husnik. 5. Auf bearb. von Reg.-Rat Prof. A. Albert. Wien und Leipzig 192 A. Hartleben. 247 S. mit 47 Abb. Preis Gz. 4.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 16 — SONNABEND, 21. APRIL 1923 — BD. 67

INHALT

Aus der amerikanischen Motorenindustrie.

Von Franz Schultz, Köln-Deutz.

Starke Zunahme des Baues von Automobilmotoren. — Stand des Baues von Dieselmotoren mit und ohne Lufteinspritzung. — Hilfsmittel zur Verbilligung der Erzeugung.

Eine Enttäuschung wird demjenigen zuteil, der heute industrielle Betriebe in den Vereinigten Staaten besucht, wenn er als Folge der gewaltigen Kriegsproduktion große Abweichungen von unserer Industrie erwartet. Sowohl hinsichtlich der Fabrikeinrichtung und der Fabrikationsverfahren, als auch hinsichtlich des Unternehmungsgeistes brauchen wir einen Vergleich mit den Amerikanern nicht zu scheuen. Lernen können wir allerdings von ihrer wirklich hervorragenden verkehrstechnischen Begabung, die sehr vielfältig auch in den Fabriken zum Ausdruck kommt. Über den Motorenbau kann ebenfalls vorab gesagt werden, daß wir den amerikanischen Leistungen mindestens Gleichwertiges gegenüberstellen können, wobei wir aber in unsern Anstrengungen Schritt zu halten nicht erlahmen dürfen, weil drüben mit reichen Mitteln und unter sehr günstigen wirtschaftlichen und sozialen Verhältnissen gearbeitet wird.

Der überwältigende Eindruck, der den Nachkriegsbesucher drüben empfängt, ist der des alles beherrschenden Automobilismus. In der Stadt New York allein wird die Zahl der Automobile auf über 2 Millionen geschätzt. Es ist unter diesen Umständen nur selbstverständlich, daß Automobile, und was mit ihnen zusammenhängt, vorzüglich entwickelt sind. Die Automobilmotoren, meist mit T- oder F-förmigem Verdichtungsraum, fallen durch ruhigen Gang, hohe Leistung und niedrigen Preis auf. Unsere Motorwagen laufen lauter und sind weniger elastisch. Die Pierce Arrow Motor Car Co. in Buffalo lagert die Kurbelachsen ihrer Personenwagenmotoren mit Rücksicht auf ruhigen Gang zwischen jeder einzelnen Kröpfung. Trotz der hohen, um 3000 liegenden Drehzahl sind Aluminiumkolben wegen ihrer Undichtheit bei niedriger Belastung meist wieder verlassen. Die Verwendung von Schrägzähnen und schräger Kegelradverzahnung ist allgemein; ihre Herstellung wird Sonderfabriken überlassen. Der Teilbau-Gedanke setzt sich in der Automobilfabrikation zusehends durch. Die Continental Motors Corporation in Detroit baut in zwei Werken mit etwa 6000 Mann ausschließlich Wagenmotoren und liefert an Dutzende von Automobilfabriken; Ford stellt zurzeit täglich 5400 Kleinautos von erstaunlicher Präzision her.

Abb. 1. Einpassen der Kolben bei Massenfabrikation.

Die ausgedehnten Küsten, die Seen und Flüsse haben die Entwicklung durchgebildeter Bootmotoren für Benzin oder Petroleum begünstigt. Drehzahlen von 2000 und Zylinderleistungen bis 50 PS und mehr sind hier üblich. Die Sterling Engine Co. in Buffalo baut teure aber beste Luxus-Bootmotoren aus Bronze unter Verwendung von Aluminiumkolben nach der bekannten Konstruktion von Ricardo. Ihre Vierzylinderwellen haben je um 90° versetzte Kurbeln mit Gegengewichten.

Der Kleinmotorenbau befriedigt den gewaltigen, aber stark wechselnden Bedarf der amerikanischen Farmer durch billige Kraftmaschinen einfachster Bauart. Auch hier haben Beschränkungen auf das technisch Notwendigste und Verwendung Fordscher Herstellverfahren große Ausbringung und erstaunlich niedrige Preise erreicht. Fairbanks, Morse & Co. können in ihrem Werk in Beloit mit 3000 Arbeitern täglich 4- bis 500 Kleinmotoren herstellen. Neuerdings sind vielfach kleine Gasölmotoren nach dem Brons-Verfahren (drüben „Hvid" genannt) auf dem Markt.

Glühkopfmotoren, kleine liegend, größere stehend, letztere bis zu 200 bis 300 PS Gesamtleistung in 4 Zylindern, haben große Verbreitung gefunden und weichen nur wenig von ihren europäischen Vorbildern ab. (Fairbanks, Morse & Co., Bessemer Gas Engine Works u. a.)

Der Bau von Gasmaschinen bleibt zurzeit infolge der für Kohle ungünstigen Preislage beschränkt auf Großgasmaschinen, die gelegentlich von Hüttenwerken in größerer Zahl bestellt werden (Allis Chalmers, Bethlehem Steel Works).

Der Dieselmotorenbau, der seit Jahren von wohleingerichteten Fabriken mit guter Werkstattarbeit nach verschiedenen europäischen Lizenzen betrieben wird, kam lange über bescheidene Anfänge im Großschiffsmaschinenbau nicht hinaus. Neuerdings hat infolge der Notlage der amerikanischen Schiffahrt ein lebhafter Umbau von Dampfschiffen für Dieselantrieb eingesetzt, was auf mehreren Werften festgestellt werden konnte. Die amerikanische Marine ist seit dem Krieg ein stetiger guter Kunde. Industrielle Unternehmungen jeder Größe schaffen sich in steigendem Maße Ölmotoren an. Von den großen Ölgesell-

schaften werden für die Pumpstationen ihrer Rohrleitungsnetze Dieselmotoren stehender und liegender Bauart reihenweise bestellt.

Es bauen liegende Dieselmotoren: De La Vergne-New York, Otto Engine Works-Philadelphia, Worthington P. & M. Corp.-Buffalo, Allis Chalmers-Milwaukee; stehende Dieselmotoren: Busch-Sulzer-St. Louis, Nordberg Mfg. Co.-Milwaukee, Worthington-East Cambridge, Sun Shipbuilding-Chester bei Philadelphia im Zweitakt und Mc. Intosh & Seymour-Auburn, De La Vergne-New York, Winton-Cleveland, Fulton Iron Works-St. Louis, W. Cramp-Philadelphia, Ingersoll Rand Co.-New York und andre im Viertakt.

Während die seit längerer Zeit im Dieselmotorenbau tätigen Firmen meist große Einheiten solide und hochwertig nach bewährten europäischen Lizenzen bauen und hierbei vielleicht etwas sklavisch ihren Vorbildern folgen, da sie bei gelegentlichen Amerikanisierversuchen schwere Rückschläge erlebten, haben sie nunmehr fast alle kleinere Hilfsmotoren eigener Konstruktion entwickelt, die eigenartigerweise einander ziemlich ähnlich sind: Zylinderleistung zwischen 40 und 60 PS, nicht umsteuerbar, Viertakt, geschlossener Kurbelkasten, Druckschmierung, Zahnräderantrieb der Steuerwelle, Stoßstangenbetätigung der Ventile. Die neu in den Kreis tretenden Firmen versuchen sich mit eigenen Konstruktionen, die man nicht immer als glücklich bezeichnen kann. Dagegen zeigen sie eine bessere Anpassung an die Bedürfnisse der Kundschaft, indem der amerikanische Konstrukteur mit dem ihm eigenen Blick für das wirtschaftlich Wichtige zugunsten einfacher Bedienung, klaren Aufbaues und niedrigen Preises auf Rekordziffern im Brennstoffverbrauch und elegante, nur dem „engineers extreme" entspringende Lösungen verzichtet. Während die Lizenznehmer fast ausnahmslos starr an der Kompressormaschine festhalten, versuchen die Anfänger mit mehr oder weniger Geschick, ohne Kompressor auszukommen.

Die luftlose Einspritzung wird teilweise nach Leißnerschen Ideen, überwiegend aber nach dem Price-Verfahren versucht. Leistung, Verbrauch und allgemeines Verhalten dieser Maschinen sind teilweise nicht unerheblich besser als bei Motoren mit Lufteinspritzung, Aufbau und Bedienung der Motoren wesentlich vereinfacht. Führend ist hier mit stehenden und liegenden Motoren die De La Vergne Co., neben ihr machen von dem Price-Verfahren noch Gebrauch die Ingersoll-Rand Co. und die Falk Co., welch letztere eine große Vielzylindermaschine in Doppelreihenform mit Kupplung durch Pfeilradgetriebe entwickelt hat.

Der verhältnismäßig junge amerikanische Dieselmotorenbau hat schon recht bemerkenswerte Leistungen erzielt. Die Werkstattarbeit ist bei Firmen wie Mc. Intosh & Seymour, Nordberg, Busch-Sulzer und Worthington-East Cambridge durchaus auf der Höhe.

Die Fabrikationsverfahren in den Vereinigten Staaten unterscheiden sich wie die industrielle Struktur überhaupt kaum wesentlich von denen; die man in Deutschland findet. In allen Gießereien finden sich Rüttelformmaschinen. Ziemlich verwickelte Stücke bis zu einem Fertiggewicht von 7½ t werden in erstaunlich kurzer Zeit auf dem pneumatisch bewegten Rütteltisch eingeformt. Die großen Gußstücke werden meist in einem besonderen Raum durch einen Mann mit Taucherhelm mit dem Sandstrahlgebläse gereinigt. Nach dem Zusammenbau sorgt der niemals fehlende Druckluftmeißel für glatte saubere Form. Auf elegantes sauberes Aussehen wird bei den größeren Motoren viel Wert gelegt. Wie bei uns sind die Mehrspindelbohrmaschinen meist untätig und durch Radialbohrmaschinen ersetzt. Eine entschiedene Abwendung von der Fräsmaschine zur Schleifbank ist allgemein zu beobachten. Besonders beliebt ist die kleine Karussellbank mit drei Schlitten (z. B. Bullard). Die lange Hobelbank kommt für Massenteile, für das Abhobeln großer Motorgrundplatten, auch in den Lagern, wieder zu Ehren. Sonderbänke, ganz zugeschnitten auf bestimmte Stücke, werden von den Firmen meist selbst entworfen und gebaut, wobei oft Hunderttausende von Dollars in einer einzigen Maschine angelegt werden, um glatte Massenfabrikation und genaue Ausführung auch bei großen Stücken zu erzielen. Nordberg bearbeitet die großen A-Rahmen seiner stehenden Motoren in einem einzigen Aufspannen auf einer Sondermaschine. In Block gefaßte Zylinder einer 300 PS-Maschine werden bei Worthington durch eine Dreispindel-Bohrbank gleichzeitig ausgebohrt.

Zeigen sich also in der Fabrikation im einzelnen keine wesentlichen Besonderheiten, so unterscheiden sich viele amerikanische Fabriken von den meisten deutschen durch energische Durchführung klarer Transportverhältnisse. Zunächst verwendet der Amerikaner ein eingehendes Studium auf die Anordnung seiner Werkbänke. Einzelantrieb erleichtert die ständige Umstellung der Maschinen je nach der Veränderung des Fabrikates. Zur Anfertigung von Einzelteilen werden besondere Maschinengruppen gebildet: Fräsmaschinen, Härtöfen, Schleifbänke und Kontrolltisch sind bei der Cincinnati Milling Machine Co. zur ausschließlichen Herstellung von Schleifspindeln hoher Umlaufzahl zusammengestellt. Die Transportfrage steht auch in Fabriken, die nur

Abb. 2. Bohren von Kurbelgehäusen.

Abb. 3. Förderbahn für Zylinderblöcke.

wenige schwere Stücke herstellen, im Vordergrund des Interesses; das Arbeitstück soll nie zurückkehren und vom Eingang des Rohstoffes an bis zum Versand in stetigem Fluß bleiben. In erhöhtem Maße gilt dies für die Reihenfabrikation, wo die Teile von einer Bank zur andern wandern und einander möglichst nicht kreuzen sollen. In Kasten mit Schlittenkufen liegen die Teile in großer Zahl; sie werden von einem Schubkarren oder Akkumulatoren-Selbstfahrer mit senkbarer Plattform, der unter den Schlitten fährt, hochgehoben und zur nächsten Bank gefahren. Mit großer Geschwindigkeit bewegen sich die sehr wendigen Akkumulatorenwagen auf den mit peinlicher Sorgfalt zwischen den Werkbänken frei gehaltenen Wegen. Krane und Flaschenzüge treten offenbar etwas zurück.

Bei regelrechter Massenfabrikation wird durch die Werkstatt ein mehr oder minder vollständiges System von Transporteinrichtungen gelegt. Hängebahnen, Wandertische, Laufschienen, Rollentische, die zum Teil eine eigene Bewegung ausführen, bürgern sich immer mehr ein. Der Arbeiter steht, das Werkstück wandert zu ihm hin und nach seiner Bearbeitung wieder von ihm weg; an die Stelle der Fabrikation in Gruppen oder Reihen tritt der stetige Fluß aller Einzelteile bis zum fertigen Erzeugnis, s. Abb. 1 bis 3. Ford hat stark Schule gemacht, man findet die von ihm wohl zuerst eingeführten Transportverfahren heute in vielen amerikanischen Fabriken. Es wird versichert, daß sich durch diese Transporteinrichtungen die Ausbringung auf das Drei- bis Vierfache steigern ließ. Zur höchsten Vollkommenheit durchgebildet ist das Transportsystem und die Massenfabrikation in der Fordschen Fabrik selbst.

Die Verbilligung der auf diese Weise hergestellten Erzeugnisse muß ganz außerordentlich sein. Ford verkauft heute einen offenen, vollständig karossierten Viersitzer ab Detroit zum Preise von 265 $, was unter Berücksichtigunig einer etwa hundertprozentigen Teuerung in Amerika einem Vorkriegspreis von 500

[M]ark bis 600 Mark entspricht. Diese Tatsache in Verbindung mit [de]r ungeheuren Produktionsziffer von 5400 Autos im Tag bei einer [B]elegschaft von 50 000 Mann zwingt nicht nur den deutschen Be[tr]iebsmann, sondern auch den deutschen Arbeiter zum Nach[de]nken, denn hier haben sich Ingenieur und Arbeiter zu einem [P]roduktionsverfahren zusammengefunden, das einen Preis ermög[li]cht, gegen den die unter andern Bedingungen arbeitende In[d]ustrie in künftigen Jahren sich nur schwer wird behaupten [k]önnen. Die deutsche Industrie für Massenartikel wird aus diesem [E]xtrem der Betriebsleitung lernen müssen.

Das Urteil über die in dieser Weise hergestellten Fabrikate [la]utet im allgemeinen auch beim Kunden überraschend günstig. [E]ine Kolonne von Einstellern und Hilfsarbeitern sorgt allabend[li]ch für das genaue Nachstellen aller Werkzeugmaschinen, für den [E]rsatz von Werkzeugen und das Aufräumen der als untauglich [a]usgeschiedenen Teile, so daß die Verschiedenheiten der einzelnen [M]aschinen und Maschinenteile untereinander durchweg im [R]ahmen der zulässigen Toleranzen bleiben sollen. Hier ist Auto[m]atenarbeit im Großen durchgeführt.

Es sind allerdings besondere wirtschaftliche und soziale Ver[h]ältnisse, die diese Leistungen ermöglicht haben. Diese Fabriken [k]ommen ohne größere Rohmaterial- und Zwischenlager aus, was nur bei einer unbedingt gesicherten Materialzufuhr möglich ist. Die Produktion in diesem Umfang und in dieser einseitigen Ausschließlichkeit setzt ein großes und reiches Hinterland für den Absatz und bei Konjunkturrückschlägen die Möglichkeit zu rücksichtslosen Arbeiterentlassungen voraus. Die erste Bedingung ist bei uns nicht gegeben, von der zweiten können und wollen wir nicht Gebrauch machen. Diese Fabrikationsleistungen werden möglich durch das Verständnis, das der amerikanische Arbeiter dem Streben nach Erhöhung der Leistung und Einschränkung der Kosten entgegenbringt. Das ganze Volk hat eine Vorliebe für alles Neue und Praktische und ist daher in ganz anderem Maße als wir anpassungsfähig und schneller auffassend. Der Arbeiter ist noch mit Liebe und Ehrgeiz bei seiner Sache. In der Fordschen Fabrik wird nur im Tagelohn gearbeitet; die Marschgeschwindigkeit der Arbeitstische und Hängebahnen zwingt aber alle Arbeiter in ihr Schrittmaß. Nach Rückkehr aus den amerikanischen Fabriken erweckt der Vergleich zwischen der Arbeitsintensität drüben und der in vielen deutschen Werken die schwersten Befürchtungen für unsre wirtschaftliche Zukunft. Nur Aufklärung, Weckung technischen Interesses, und auch von unserer Seite Durchringen zu der Erkenntnis, daß der Arbeiter M i t arbeiter ist oder werden muß, kann uns vor schweren Schäden bewahren.
[1698]

Ketzerische Gedanken eines Messebesuchers.

Von Willi Mitan.

Weite, mächtige Hallen, angefüllt mit Werkzeugmaschinen der verschiedensten Art, ein Surren von Rädern und Riemen und über dem Ganzen ein herber Geruch von Öl und Leder! Vor den Ständen der großen Firmen [s]tauen sich die Besucher und bewundern die Leistungen der aus[g]estellten Maschinen, ihre leichte, mühelose Handhabung. Auch [d]em kritischer blickenden Fachmann kommt leise ein Gefühl des [S]tolzes auf das hier Gezeigte. Alles in allem ist es doch ein glän[z]endes Zeugnis für die Leistungsfähigkeit des deutschen Werk[z]eugmaschinenbaues, doppelt erfreulich nach Krieg und Revolu[ti]on, nach Erschwernissen aller Art, nach lähmendem Druck von [a]ußen und innen. Wirklich, der deutsche Werkzeugmaschinenbau [b]raucht den Wettbewerb mit anderen Völkern nicht zu scheuen! [A]ber darf dies berechtigte Stolzgefühl nun zur Selbstgerechtigkeit [w]erden, haben wir wirklich schon das Höchstmaß an Wirtschaft[l]ichkeit erreicht? Für einzelne Firmen mag dies zutreffen, für [d]as Ganze, für die Volkswirtschaft, ist es leider nicht der Fall. [D]as zeigt auch diese Ausstellung wieder mit aller Deutlichkeit.

Theoretisch haben wir die Heilmittel für unser Elend ja [lä]ngst erkannt: Spezialisierung, Typung, Normung, wirtschaftliche [F]ertigung, Qualitätsarbeit heißen sie. Bis zum Überdruß haben [w]ir es in unzähligen Aufsätzen der Fach- und Tagesblätter ge[l]esen. Aber wie sieht es in Wirklichkeit damit aus? Machen [w]ir doch einmal einen Rundgang durch die Ausstellung. Gleich [i]n der ersten Halle winkt ein mächtiges Schild: „Schulze & Co., [A]ktiengesellschaft für Lokomotivbau, Abteilung Werkzeugmaschi[n]en". Hier stock' ich schon — was ist das? Ist der deutsche [W]erkzeugmaschinenbau nicht imstande, Maschinen zu erzeugen, [d]ie hinsichtlich ihrer Genauigkeit den Anforderungen des Loko[m]otivbaues genügen? Müssen die Lokomotivfabriken den Bau [s]elbst aufnehmen, um etwas ihren Wünschen Entsprechendes zu [e]rhalten? Oder ist es nur süße Gewohnheit aus den Tagen [A]ugust Borsigs, in denen eine Maschinenfabrik alles machte, was [s]ich aus Eisen machen ließ? — Nachdenklich geworden, gehen [w]ir weiter. Da fällt das Auge auf ein Schild am Stand einer [W]erkzeugmaschinenfabrik: „Beachten Sie unsere Abteilung Tex[t]ilmaschinenbau!" — Was haben die beiden eigentlich miteinander [g]emein, der Textilmaschinenbau und der Werkzeugmaschinenbau? [D]ie ganze Textilindustrie bedingt doch so viel Sondererfahrungen [u]nd Sonderkenntnisse, daß der Werkzeugmaschinenbauer hier [n]ichts Ersprießliches leisten kann. — Konkurrenzneid? Ach nein, [n]ur die Erkenntnis, die schon Hans Sachsen kam: „Schuster bleib' [b]ei deinem Leisten." Ein Lokomotivbauer ist kein Werkzeugmaschi[n]enbauer, ein Werkzeugmaschinenbauer kein Textilmaschinen[b]auer! Wie reimt sich eine solche Organisation zusammen mit [d]er Forderung nach Spezialisierung, die doch — wenigstens theo[r]etisch — von allen Fachleuten und allen Volkswirtschaftlern er[h]oben wird? Ich höre die Antwort: „Wir verdienen Geld dabei." [R]ichtig, aber würde nicht noch mehr verdient werden bei einer [p]lanvoll durchgeführten Spezialisierung? Von den kleineren Fa[b]riken, die in einem Konstruktionsbureau, einer Bearbeitungs- und [e]iner Montagewerkstatt Maschinen der verschiedensten Art bauen, [s]ei hier nicht geredet; sie werden in dieser Beziehung höchstens [n]och von ihren Kunden übertroffen. Aber die großen Werke, die [d]ie einzelnen Maschinengattungen in getrennten Abteilungen [b]auen; würden sie nicht besser fahren, wenn sie einzelne nicht [i]n den Rahmen passende Fertigungszweige fallen ließen und sich [d]afür mit doppelter Kraft auf die übrigen legten? Wie die Dinge [h]eute liegen, erfordert doch jede Maschinenart, sowohl für die [K]onstruktion als auch für den Bau, Sonderfachleute wenigstens wenn mehr als Dutzendware geliefert werden soll. Wieviele Werke sind in der Lage, für alle Gebiete ihrer Erzeugung so hochwertige Kräfte dauernd an sich zu fesseln? Meist ist doch eine derartige aus dem Rahmen fallende Abteilung nur das sechste Kind, dessen Wünsche erst erfüllt werden, wenn alle anderen befriedigt sind. Daß unter solchen Umständen nur in den allerseltensten Fällen etwas geliefert werden kann, was den Erzeugnissen der Sonderfabriken ebenbürtig ist, bedarf eigentlich kaum der Erwähnung. Der Erfolg ist dann auch danach: schlechte Beschäftigung der Abteilung, d. h. mangelnde Wirtschaftlichkeit.

Nicht viel besser liegen die Dinge im Werkzeugmaschinenbau selbst. Kopfschüttelnd liest man die „Fabrikationsprogramme" mancher Firmen. In endloser Reihenfolge ist da alles aufgeführt, was überhaupt mit der Metallbearbeitung etwas zu tun hat. Sicherlich ist es durchaus möglich, alle diese verschiedenen Typen nebeneinander zu bauen, aber welche Unsummen gehen dadurch verloren für Konstruktionen, Modelle, Einrichtungen, Sonderwerkzeuge usw.! Kann ein Werk, das, um ein Beispiel herauszugreifen, neben hundert anderen Typen auch noch Zahnradbearbeitungsmaschinen baut, jemals in ernsthaften Wettbewerb treten mit einer Sonderfabrik hierfür, die ihre Maschinen typisiert hat und die einzelnen Typen in großen Reihen herstellt, die in dauernder Wechselbeziehung mit ihrer Kundschaft wertvolle Anregungen empfängt und ihre Konstruktionen laufend verbessert? Die Antwort ist für jeden wirtschaftlich Denkenden klar. Die Mehrzahl der Bestellungen fällt der Sonderfabrik zu. Das Werk mit dem umfangreichen Programm kann nur kleine Serien oder gar nur einzelne Maschinen bauen. Es arbeitet mit hohen Unkosten und ist infolgedessen nur mit Mühe wettbewerbfähig. Mit einem Wort gesagt: es ist „unwirtschaftlich".

Und selbst die Fabriken, die sich spezialisiert haben, bauen von einer Type oft noch zuviel verschiedene Größen. Auch hier könnte der Typungsgedanke noch viel weiter ausgebaut werden, selbst wenn dadurch die Sonderwünsche einzelner Kunden unerfüllt blieben — wiederum nur zum Vorteil der „Wirtschaftlichkeit".

Sollte hier wirklich ein Wandel unmöglich sein? Was steht dem eigentlich entgegen? In manchen Fällen sind es alte Geschäftsbeziehungen, die Befürchtung, einen guten Kunden zu verärgern, wenn man den Bau einer Gattung ganz aufgibt, und ihn damit überhaupt zu verlieren. Hier ist gewiß Vorsicht am Platze. Aber Klarlegung der Verhältnisse, engere Beziehungen zu Sonderfirmen werden im Laufe der Zeit auch hier zum Ziel führen. In der Mehrzahl der Fälle ist es aber nur Bequemlichkeit, die Furcht davor, sich umstellen zu müssen, und nicht zum letzten mangelndes Vertrauen zum eigenen Können. Aber wir haben uns doch schon mehrmals umstellen müssen. Am gründlichsten und plötzlichsten nach dem Ende des Krieges. Mit Mühe und Not haben wir damals aus den Trümmern unserer einst so mächtigen Industrie etwas Neues aufgebaut. Wollen wir jetzt warten, bis unsere „unwirtschaftliche Fertigung" uns den Wettbewerb unmöglich macht? Wollen wir erst dann, wenn es zu spät ist, mit dem beginnen, was das einzig mögliche in unserer Lage ist: Mit Spezialisierung unserer Fabriken nach Maschinengattungen, mit Typung innerhalb der einzelnen Gattungen? Es sollte doch nachdenklich stimmen, daß amerikanische Maschinen in einzelnen Ländern schon zum gleichen Preis angeboten werden wie deutsche! Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg. Der Bohrwerkkonzern, die Gemeinschaft westdeutscher Bohrmaschinenfabriken und einige andere zeigen, daß es durchaus möglich ist, auch ohne Aufgabe der Selbständigkeit ein Höchstmaß an Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Bitte, kein Mißverständnis! Nicht der Wettbewerb soll

unterbunden werden, sondern nur die Verzettelung der Kräfte, die sich daraus ergibt, daß alle Fabriken alles bauen.

Nun weiter zur Normung! Was war denn der leitende Gedanke, als seinerzeit diese Bestrebungen aufkamen? Bestimmte, immer wiederkehrende Teile sollten in ihren Abmessungen vereinheitlicht werden, um Zeichenarbeit zu sparen und um sie in Sonderfabriken in großen Stückzahlen recht billig „wirtschaftlich" herstellen zu können. Sehen wir uns die ausgestellten Maschinen nun einmal auf Verwendung der Normen an! Gewiß, eine ganze Anzahl von Firmen, namentlich die größeren, haben die Normen eingeführt. Aber die Mehrzahl, der Durchschnitt? Manche Normen, namentlich Bedienungselemente, waren tatsächlich fast nur auf dem Papier zu sehen — oben auf dem Stande des VDI! An den Maschinen fand man aber die verschiedensten Formen, die von den Firmen womöglich einzeln auf der Drehbank, oder, wenn es hoch kommt, zu 20 Stück auf der Revolverbank hergestellt worden waren. Wo bleibt da die „Wirtschaftlichkeit"? Kugellager, Futter, Armaturen usw. bezieht man von der Sonderfabrik, aber genormte Teile? Das will noch kaum einem Betriebsleiter in den Sinn!

Haben wir hier schon keinen Grund, auf das Erreichte besonders stolz zu sein, so ist es noch viel weniger bei den Anschlußmaßen der Fall. Vor mehr als zwei Jahren hat der NDI die Kegel der Werkzeugmaschinen genormt[1]). Wieviel Maschinen standen auf der Messe mit genormtem Kegel? Vom alten ehrwürdigen Morsekegel bis zum metrischen war so ziemlich alles zu finden. Daß außerdem jede Fabrik für die Spindelköpfe ihre eigenen Abmessungen hat, ist genau so übel, wenn auch verständlicher, da die Normen hierfür erst im Entwurf vorliegen. Was bedeuten diese Tatsachen in wirtschaftlicher Hinsicht? Auch hier gibt die Ausstellung gleich die Antwort. Soweit die Innenkegel in Frage kommen, sieht man Werkzeuge, Spanndorne, Reduzierhülsen, Futter usw. mit den verschiedensten Kegeln, d. h. die Werkzeugfabriken sind gezwungen, ein unverhältnismäßig großes Lager zu unterhalten, also wieder „unwirtschaftlich" zu arbeiten. Messerköpfe mit kegelförmiger Bohrung sieht man so gut wie gar nicht, weil sie wegen des Mangels an Einheitlichkeit der Spindelköpfe nicht vorrätig gehalten werden können. Wer sie braucht, muß sie besonders bestellen und als Einzelanfertigung bezahlen. Nicht besser ist es mit den Spannfuttern für Drehbänke, Schleifmaschinen usw. Die Futterfabriken haben zwar ganze Berge davon ausgestellt, aber kein einziges ist gebrauchfertig. Überall fehlt der Flansch. Wer ein Futter kauft, muß sich für seine Bank erst einen Flansch herstellen, womöglich erst noch ein Modell dafür anfertigen. Von „Wirtschaftlichkeit" sind wir also auch hier noch weit entfernt.

Ist es wirklich unmöglich, hier Einheitlichkeit zu erzielen? Der Einwand gegen diese Bestrebungen ist mir durchaus bekannt: „Unser Kunde verlangt das so, und wenn wir es nicht tun, geht er wo anders hin." Ja, aber um alles in der Welt, das ist doch kein Grund; mit dieser Antwort kann man jeden technischen Fortschritt totschlagen. Dann soll man dem Manne die Vorteile klarmachen, die ihm nach einiger Zeit selbst erwachsen werden durch den billigeren Preis der Werkzeuge, die vereinfachte Lagerhaltung usw. Aufhalten läßt sich der Gedanke der Vereinheitlichung ja Gott sei Dank doch nicht mehr. Wer sich beizeiten umstellt, wird auch am frühesten die Früchte ernten. Außerdem gibt es auch noch andere Mittel, um der ewigen Angst vor der Konkurrenz zu begegnen. Wie wäre es denn, wenn der Verein deutscher Werkzeugmaschinenfabriken seinen Mitgliedern folgenden Beschluß unterbreitete: „Unsere Mitgliedfirmen verpflichten sich, vom 1. Januar 1924 ab nur noch Maschinen mit genormtem Kegel und genormtem Spindelkopf herzustellen?" Und wenn der deutsche Präzisions-Werkzeugverband erklärte: „Im Hinblick auf vorstehenden Beschluß teilen wir mit, daß wir Werkzeuge mit anormalen Anschlußmaßen nur noch für eine Übergangszeit von 2 Jahren listenmäßig herstellen. Vom 1. Januar 1926 an tritt für alle nicht normalen Werkzeuge ein Zuschlag von 100 vH ein." So wirtschaftlich wie die ominösen Rundschreiben mit den neuesten Teuerungszuschlägen dürfte eine derartige Mitteilung doch wohl auch sein. Allerdings, die Durchführung dieses Beschlusses bedingt das Wegwerfen verschiedener Lehren, das Nacharbeiten von Spindeln vorhandener Maschinen usw. Die Kosten für eine derartige Umstellung werden sich aber sehr bald bezahlt machen; und wo die Spindeln zu schwach sind, um den nächstgrößeren Kegel einzuarbeiten, da werfe man die alten Kraftfresser nur ruhig hinaus!

Bleibt also, wie das Vorstehende zeigt, auf dem Gebiete der Normung noch mancher Wunsch unerfüllt, so ist dasselbe auch auf dem Gebiete der wirtschaftlichen Fertigung der Fall. Allerdings liegen hier die Dinge doch schon erheblich besser. Die Sondermaschine erobert sich immer weitere Gebiete. Das zeigt auch diese Ausstellung mit aller Deutlichkeit. Manche geradezu mustergültige Konstruktion war hier zu sehen. Bei den n. malen Maschinen aber zeigt sich immer noch ein Zuviel an Sell gängen, Verstellungsmöglichkeiten usw. Hier täten die We zeugmaschinenfabriken gut, zu bremsen und nicht jedem Wunsc der Kundschaft nachzugeben. Die wirtschaftliche Fertigung v langt die Auflösung des Bearbeitungsvorganges in einzelne M. nahmen. Die teuern Universalmaschinen mit den Einrichtung die selten oder nie gebraucht und oft nur angeschafft werd weil sie im Katalog stehen, arbeiten mit hohen Unkosten. Auß dem werden die Maschinen dadurch unübersichtlicher und en findlicher. — Weiter fällt auf, daß die Bedienungshebel vielfa unübersichtlich und an verschiedenen Seiten angebracht sind, daß ein unnützer Zeitverlust bei der Bedienung entsteht. D Schaden trägt der Kunde, da er für seine Fertigung mehr G zahlen muß, als notwendig ist. Er arbeitet also auch hier wie „unwirtschaftlich".

Weniger leicht zu übersehen, aber von noch größerem E fluß auf die Wirtschaftlichkeit ist die Art des Antriebes. I Ausstellung zeigt eine starke Zunahme des elektrischen Einz antriebes. Entspricht dieses Bild den tatsächlichen Verhältnisse Man kann mit gutem Gewissen sagen, nein. Auf der Ausst lung sollten möglichst viele Maschinen in Betrieb gezeigt w den; da andere Antriebmöglichkeiten nicht vorhanden waren, bli nichts weiter übrig, als Einzelmotoren vorzusehen. Tatsächli liegen die Dinge aber auch heute noch so, daß mindestens 90 v aller Werkzeugmaschinen, abgesehen von ganz schweren, n Stufenscheibenantrieb hergestellt werden. Die Mehrzahl der Ku den hat immer noch ein leises Mißtrauen gegen den Einzelantri und selbst da, wo der redliche Wille vorhanden ist, ihn einz führen, scheitert er oft an den Verhältnissen. Die meisten Wer arbeiten mit Drehstrom, und hierfür kommen nur Motoren n fester Drehzahl in Frage. Ihre Verwendung bedingt Maschin mit Einscheibenantrieb, die aber nur für größere Leistungen wi schaftlich sind. Für kleinere Modelle und vor allen Dingen z restlosen Nutzbarmachung der wirtschaftlichen Vorteile d elektrischen Antriebes kommt nur der Regelmotor in Frage. I ist bisher jedoch nur für Gleichstrom vollkommen betriebsich durchgebildet. So zweifellos seine Vorteile auch sind, so schw ist seine Einführung. Spannung, Anfangsdrehzahl und Regelb reich richten sich nach den jeweils vorliegenden Verhältnisse Die Elektrofirmen sind daher nicht in der Lage, die Motor auf Vorrat zu bauen. Mit Lieferzeiten von 6 und 8 Monaten i aber keinem Kunden gedient. Um ins Geschäft zu komme müssen die Werkzeugmaschinenfabriken die Motoren auf eige Rechnung bestellen, damit sie Maschine und Motor vom Lag liefern können. Sie müssen den Preis für Einzelanfertigung b zahlen und erhöhen außerdem auch noch das zinslos daliegen Kapital, d. h. sie arbeiten in dieser Hinsicht „unwirtschaftlich Solange die Elektroindustrie sich nicht mindestens zur Teilur dieses Wagnisses entschließen kann, solange werden die Vortei des Antriebes durch Regelmotor auch nur von wenigen Firm ausgenutzt werden können.

Und nun zum letzten: Qualitätsarbeit heißt das Zauberwo das uns vor allem andern den Absatz sichern soll. Wie steht damit? Mit Befriedigung kann man sagen, gut! Soweit d großen, führenden Firmen in Frage kommen, sogar ausgezeicl net! Was hier an Ausführung zu sehen war, hat keinen Ve gleich zu scheuen, auch nicht mit den besten amerikanische Firmen. Auch der große Durchschnitt hielt sich auf anständig Höhe. Aber ein kleiner, nicht ganz unbeträchtlicher Rest de ausgestellten Maschinen, das muß mit aller Deutlichkeit gesa werden, war leichtsinnig und gewissenlos zusammengehauen, m einem Wort gesagt: Murks! Der Himmel bewahre uns davo daß diese Erzeugnisse ins Ausland gehen als Zeugen deutsche Könnens! Man wende hier nicht ein, daß die Kleinen auch lebe wollen, und daß sie naturgemäß nicht die Einrichtungen der Große haben können. Auch mit bescheidenen Mitteln läßt sich etwa durchaus Achtbares leisten. Das zeigen einige kleine und kleins Firmen, deren Erzeugnissen man es ansieht, mit welcher Lieb und Sorgfalt sie hergestellt worden sind.

Zum Schluß noch eine Anregung! Der VDW hat die Beton halle im Jahre 1919 für vier Jahre gepachtet. Die diesjährig Ausstellung war also die einstweilen letzte. Wer die erste Mess mit der letzten vergleicht, muß den gewaltigen Fortschritt aner kennen, den der deutsche Werkzeugmaschinenbau in diesen vie Jahren gemacht hat. Er wäre sicherlich nicht so groß geweser wenn der scharfe Wettbewerb, die Möglichkeit des bequemen Ve gleichs zwischen den einzelnen Erzeugnissen, die die Messe bieten, gefehlt hätte. Der VDW würde daher im eigenen Interes handeln, wenn er den Vertrag mit der Messeleitung auch für di kommenden Jahre erneuerte. Mag auch der einzelne Ausstelle wie z. B. in diesem Jahr, unmittelbar nicht auf seine Koste gekommen sein, mittelbar hat ihm die Messe doch genütz Nicht die engherzige Gegenüberstellung von Unkosten und Auf trägen darf entscheidend sein, sondern die Tatsache, daß hier Ge schäftsbeziehungen angeknüpft werden, die sich — wenn auch o erst nach Monaten — auswirken. [1716]

[1]) Vgl. Z. 1900 S. 1224; die neuerliche Normung des NDI stimmt in allen wesentlichen Größen mit dieser bereits vor länger als 20 Jahren erfolgten Festsetzung überein.

Die Marineversuchsanstalt in Lichtenrade.

Von Marinebaurat Schlichting, Wilhelmshaven.

Angabe der Maßnahmen für einwandfreie Modellversuche. Beschreibung der Versuchsanlage.

Über das Wellenkampsche Schleppversuchsverfahren ist bisher nur im Anfang seiner Entwicklung berichtet worden. Die mit ihm gemachten Erfahrungen und sein weiterer Ausbau sind mit Rücksicht auf die für eine Kriegsmarine botene Zurückhaltung bisher nicht veröffentlicht worden. eute besteht dieser Grund nicht mehr. Es scheint daher an r Zeit, auf dieses Verfahren hinzuweisen, das im Vergleich anderen Anstalten mit verhältnismäßig einfachen Mitteln beitet und trotzdem sehr bald eine beachtenswerte Technik ausbilden vermocht hat, die darin zum Ausdruck kommt, daß die ichtenrader Anstalt als erste den Modellversuch mit Innentrieb der Schrauben und die vollkommene Nachbildung der hiffsform einschließlich der Schrauben in größerem Umfange sgeführt und sämtliche mit Turbinen ausgerüsteten Vertreter r verschiedenen Schiffsklassen der deutschen Marine in dieser 'eise mit Erfolg geschleppt hat, während andere Anstalten durch achführen der Schrauben die Ähnlichkeit der Versuchsanordnng nur bis zu einem gewissen Grad erreichen. Auch sie gehen ehr und mehr zum Innenantrieb über, soweit sie ihn nicht wie e von Dr. Gebers unter Berücksichtigung aller Erfahrungen oßzügig entworfene Wiener Anstalt von vornherein vorgesehen aben.

Dem Ausbau des Wellenkampschen Versuchsverfahrens kam r Umstand zustatten, daß Lichtenrade als Marineanstalt einen rtlaufenden vollen Einblick in die Probefahrtergebnisse erhielt, die mit deutschen Kriegsschiffen ohne Ausnahme vorgenommen wurden. Es ist dies aus dem Grunde besonders wertvoll, weil, ganz abgesehen von den Kavitationserscheinungen, die wissenschaftliche Grundlage des Froudeschen Umrechnungsverfahrens mangelhaft ist, so daß ohne den Vergleich von vorhandenen Probefahrtergebnissen und Modellversuchen keine hinreichend genaue Voraussage der erforderlichen Antriebleistung in einem gerade vorliegenden Falle gemacht werden kann.

Der Wert, den Vergleiche von Versuchen im Großen und Kleinen besitzen, ist heute allgemein anerkannt, als Beweis hierfür können die umfangreichen, viel beachteten Schubmessungen an Handelsschiffen dienen, die zur Nachprüfung von Modellversuchen von Dr. Bauer in den letzten Jahren mit großen Mitteln durchgeführt worden sind.

Der Betrieb der Lichtenrader Anstalt mußte mit dem Fortfall der deutschen Seemacht aufgegeben werden. Eine neue Anstalt dieser Art wird seit längerer Zeit in Hamburg vorbereitet und demgemäß in Betrieb genommen, die vor allem Lehrzwecken und wissenschaftlichen Arbeiten dienen soll.

Infolge der erforderlichen Anfahr- und Bremsstrecke und der für eine genaue Zeitmessung notwendigen Weglänge ist bei der Froudeschen Anlage eine sehr lange Schlepprinne nötig. Um diesem Nachteil zu begegnen, bildete der verstorbene Marineoberbaurat Wellenkamp ein Schleppverfahren aus, bei dem die Zeit für die Geschwindigkeitsmessung mit Hilfe von Stimmgabelschwingungen bestimmt wurde, so daß die Meßzeit und damit die Meßstrecke auf ein sehr geringes Maß beschränkt werden konnte. Dabei ergab sich die Möglichkeit, den Antrieb der Modelle durch Gewichte mit Hilfe von Drähten zu bewerkstelligen, womit sich auch der Anfahr- und der Bremsweg auf sehr kurze Strecken verringerten, da die zu beschleunigenden und zu verzögernden Massen sehr klein wurden. Wesentlich war allerdings für eine einwandfreie Messung, daß die Anfahrstrecke bis zum Beginn der Messung so lang gewählt wurde, daß sich die Begleitwelle des Schiffes auf die erzielte Geschwindigkeit voll einstellte. Die Marine entschloß sich, die von Wellenkamp für sein Verfahren in Anspruch genommenen Vorteile für die Errichtung einer eigenen Anstalt auszunutzen, ohne freilich die Möglichkeit einer Benutzung des Froudeschen Verfahrens außer acht zu lassen, da es sich hierbei um eine neue Ausführung handelte.

Der Grundriß der Marineanstalt ist in Abb. 1 bis 4 dargestellt. Zu bemerken ist hierzu, daß das Lager *a* vorteilhafter im Werk angeordnet und die Hof- und Anfuhrseite des Werkstattgebäudes besser an die Straße vor das Bureaugebäude gelegt worden wäre. Über die Einzelheiten gibt die beigefügte Legende Auskunft.

Kraft- und Lichtanlage, Modellbeförderung.

Ein Deutzer Gasmotor von 15 PS Leistung mit Dynamo lieferte den Strom für Licht, Arbeitsmaschinen, Versuchsapparate und zwischendurch für eine Akkumulatorenbatterie. Zur Modellbeförderung dienten in der Modellwerkstatt *g* und in der Versuchshalle von Hand betriebene Deckenlaufkrane. Für ein leichtes Umdrehen der Modelle um ihre Längsachse waren die Krane mit Gurten versehen, die an Rollen hingen.

Schnitt A-B; Torfmull-isolierung; Schnitt C-D; Hobelmaschine; Norden; Süden; Lagerraum; Maschinen; Akkumulatoren; Dienst-räume

Abb. 1 bis 4. Grundriß der Modellschleppanstalt in Lichtenrade.

a Lagerraum
b Schlepphalle
c Brunnen
d Meßraum
e Schraubenfräsraum
f Tischlerei
g Modellbearbeitung
h Diensträume
i Einsteigbehälter Trimmrinne

Besondere Einrichtungen und Maßnahmen für einen guten Modell- und Rinnenwasserzustand.

Für einwandfreie Meßergebnisse sind ein einwandfreier Modellzustand und gleichmäßige hydrodynamische Versuchsbedingungen von grundlegendem Wert. Um beides zu erreichen, war es erforderlich, die Luft- und Wassertemperaturen in den Versuchsräumen und der Rinnenhalle möglichst gleichmäßig zu halten, denn abgesehen von der verschiedenen Zähigkeit des Wassers bei Temperaturänderungen beeinflussen diese auch die Form und Oberflächenbeschaffenheit der Modelle sehr ungünstig. Diese wurden vorwiegend aus dem leicht bearbeitbaren und stets wieder verwendungsfähigen Paraffin hergestellt, das aber nur innerhalb sehr enger Temperaturgrenzen — etwa von 10 bis 20° C — gut brauchbar ist; außerhalb dieser Grenzen wird es leicht zu spröde oder zu weich. Die Innehaltung dieser Temperaturgrenzen oder im idealen Falle einer gleichbleibenden Temperatur von etwa 15° C in der Herstellungswerkstatt war daher von großer Wichtigkeit. Ebenso wichtig war die Innehaltung der gleichen Luft- und Wassertemperatur in der Rinnenhalle, da jeder Temperaturunterschied infolge des großen Temperatur-Ausdehnungsbeiwertes von Paraffin Längenunterschiede des Über- und Unterwasserschiffes und damit ein Verziehen des Modells veranlaßt. Die Werkstatt entsprach dieser Bedingung einigermaßen dadurch, daß sich nach Süden, Osten und Westen zu Gebäudeteile an die Modellwerkstatt anschlossen und sie vor der unmittelbaren Sonnenbestrahlung schützten. Außerdem war nur eine Fensterseite nach Norden und Sägedächer mit nordwärts gerichteten Glasflächen hierin vorgesehen. Hierdurch ergab sich zugleich der Vorteil, daß sich keine scharfen Schatten an Modellen ausbilden konnten. In der Rinnenhalle *b* wurden gleichfalls die Fenster nur in der Nordwand-

fläche angeordnet. Die Ostseite schloß sich an das Werkstattgebäude an. Die Südseite wurde den Sonnenbestrahlung durch Längswände entzogen, die zur Abkleidung besonderer Räume auf der Südseite dienten. Gegen den Dachraum wurde die Rinne durch eine Holzdecke mit Torfmullisolierung abgekleidet, Abb. 1. Wünschenswert wäre es gewesen, den freiliegenden Teil der Nordseite des Rinnenbeckens durch eine Erdschüttung nach außen zu isolieren. Die vorher genannten Isolierungen sind im Gegensatz zur Wiener Anstalt zum Teil erst nachträglich eingebaut worden. Sie haben den Erfolg gehabt, daß besonders in der Rinnenhalle die Temperaturen durchweg zwischen etwa 12 und 20° C gehalten werden konnten. Im Winter bedurfte es dazu nur mäßiger Heizung, zumal die im Verhältnis zum Hallenraum große Rinnenwassermenge als Wärmespeicher diente, der auf alle Temperaturschwankungen ausgleichend wirkte.

Mit Rücksicht auf die Bruchfestigkeit des Paraffins wurden Modelle über 6 m Länge tunlichst nicht verwendet. Sie wurden durch verschiedene Querschotte versteift, wodurch gleichzeitig ein Zusammensetzen verschiedener Vor- und Hinterschiffe sehr erleichtert wurde. Für eine einwandfreie Lagerung waren 7 m lange tuschierte Richtplatten, schwere, sorgfältig ausgerichtete Werktische und besonders hergerichtete, vollkommen ebene Teile des Werkstattfußbodens vorhanden. Einwandfreie Modelloberflächen wurden schon beim Gießen der Modelle durch zweckmäßige Wahl und sorgfältige Innehaltung erprobter Gußtemperaturen angestrebt. Für einen möglichst blasenreinen Guß wurde das Paraffin zu Anfang auf etwa 82° C erhitzt und durch längeres Abstehen vor dem Gießen bis kurz vor dem Erstarrungspunkt abgekühlt. Ferner wurde das Paraffin unter dem Druck eines Gußkopfes von etwa 1 m Höhe gegossen. Ein Wachszusatz von 1 bis 2 vH ergab die erforderliche Zähigkeit und Härte.

Einwandfreie Oberflächen sind für Versuche von Modellen mit Anhängen (Wellenhosen, Böcke, Dockkiele usw.) besonders wichtig. Holz, das im Wasser quillt, wurde bei diesen Teilen nach Möglichkeit vermieden. Verwendet wurden für Wellenhosen und Dockkiele Paraffinangüsse, die nach Spantebenen gefräst wurden. Die Wellenböcke, Schraubenwellen und Ruder wurden aus Metall hergestellt. Nur für die Schlingerkiele konnte Holz nicht gut vermieden werden. Angebaut wurden diese Anhänge auf den Richtplatten, die hierzu mit Millimeterteilung und verschiebbaren Querbalken ausgestattet waren.

Während der Versuche wurde die Modelloberfläche etwa alle drei Stunden unter Wasser abgebürstet, um das Entstehen eines schleimigen Ansatzes infolge Verseifens des Paraffins zu verhindern. Vor jedem Zuwasserbringen wurden die Modelle sauber abgerieben. Nach längerer Versuchspause wurde die stumpf gewordene Oberfläche mit der Ziehklinge leicht abgezogen. Wurde dies vernachlässigt, so wuchs der Widerstand des Modells bei niedrigen Schleppgeschwindigkeiten bisweilen um etwa 2 vH und der hieraus berechnete Schiffswiderstand um etwa 3 vH an.

Um hydrodynamisch einwandfreie Versuchsbedingungen zu bieten, mußte das Rinnenwasser einerseits möglichst frei von Algenwuchs sein und eine gleichmäßige Oberflächenspannung haben; hierzu wurde das Oberflächenwasser allwöchentlich mit Hilfe eines über die Rinnenbreite reichenden schwimmenden Holzschiebers abgezogen und durch frisches Leitungswasser ersetzt; die ganze Rinne brauchte jedoch erst in Zwischenräumen von einigen Jahren vollständig entleert und frisch aufgefüllt zu werden. Anderseits mußte das Rinnenwasser möglichst frei von örtlichen Strömungen sein. Die fehlende Sonnenbestrahlung begünstigte diese Forderung. Die noch vorhandenen Strömungen wurden vor jedem Versuch ermittelt und beim Versuch berücksichtigt.

Abmessungen der Schlepprinne.

Wesentlich ist der große Längenunterschied der Lichtenrader Anstalt gegenüber den Froudeschen Anstalten, deren Länge 150 m oft übersteigt. Die Rinnenlänge hängt von der Modellänge ab. Wellenkamp glaubte, bei 45 m Rinnenlänge 10 m lange Modelle schleppen zu können in der Annahme, daß unmittelbar nachdem das Modell bis auf die vorgesehene Fahrgeschwindigkeit beschleunigt wäre, sich der Meßvorgang auf einem Wege von etwa einer Modellänge anschließen könnte. Hierbei wurde übersehen, daß beim Erreichen jener Meßgeschwindigkeit die zugehörigen Begleitwellen noch nicht ausgebildet sind. Es ist daher noch eine Übergangstrecke erforderlich, in der sich die Begleitwellen der bei der Anfahrt erreichten Endgeschwindigkeit anpassen können. Erst nachdem das Fahrzeug zwei Modellängen zurückgelegt hat, trifft die am Bug gebildete Einzelwelle, die inzwischen nur eine Schiffslänge vorwärts läuft, auf das Heck des Fahrzeuges und beeinflußt dessen Druckverhältnisse. Die Außerachtlassung dieses Umstandes hatte jedoch für die Anstalt keine ausschlaggebende Bedeutung, da die Festigkeit des Paraffins nur Modelle von 5 bis 6 m Länge zuließ. Diese Modellängen konnten für die zu untersuchenden größeren Schiffsarten voll ausgenutzt werden. Nur für Torpedoboote, Schnellboote usw. war die Benutzung kleinerer Modelle geboten und auch kaum bedenklich.

Die reichlich große Rinnenbreite von 15 m hat den Vorteil der schnelleren Wasserberuhigung nach jedem Versuch. Voll erforderlich ist sie für die wichtigen Versuche bei beschränkter Wassertiefe. Wie Vergleichsversuche auf abnehmender Wassertiefe ergeben haben, nimmt der Modellwiderstand zu, wenn die Rinnenbreite nur gerade für Tiefwasserfahrten ausreicht. Offenbar kann sich dann die schon in der Tiefenentwicklung gehemmte Welle nicht genügend ausbreiten. Die Steigerung der Rinnenbreite auf das hydrodynamisch gebotene Maß war in der Lichtenrader Anstalt ohne weiteres ausführbar, während sie in Froudeschen Anstalten durch die Wagenspurweite behindert wird. Je größer die Spurweite, um so größer ist das Wagengewicht und um so länger muß wegen Anfahrt und Bremsstrecke die Rinne sein. Die praktische Durchführung der Flachwasserversuche wird beim Wellenkampschen Verfahren auch dadurch erleichtert, daß die Wassertiefe einfach durch Absenken des Wasserspiegels hergestellt werden kann, da die Schleppeinrichtungen sich dieser ohne Schwierigkeit anpassen lassen.

Die Rinnentiefe wurde zu 5 m gewählt. Im Gegensatz zur Rinnenbreite scheinen die an die Rinnentiefe zu stellenden Anforderungen meist überschätzt zu werden. Dabei wird vielleicht nicht ganz berücksichtigt, daß die Strömungsvorgänge für gewöhnliche Fahrzeuge durch Oberflächenwellen beherrscht sind und daß diese nach der Tiefe zu schnell abklingen. Da Modellversuche erst in Parallele zu den Meilenfahrten gehörig ausgewertet werden können, braucht die Rinnentiefe kaum größer zu sein, als es die Ähnlichkeit mit den Probefahrttiefen verlangt; diese betragen 60 bis höchstens 90 m bei den verschiedenen Marinen, was einer Rinnentiefe von 3 m bei einem Maßstab von 1 : 20 bis 1 : 30 entspricht, der bei Herstellung der Modelle kaum überschritten wird. Wenn die Wassertiefe in der Lichtenrader Anstalt trotzdem auf 5 m bemessen wurde, so geschah dies mit Rücksicht auf Unterwasserversuche, die nach dem Wellenkampschen Verfahren im Gegensatz zum Froudeschen gut durchgeführt werden können, da bei jenem der am Modell angreifende Unterwasserdraht das Schleppgestänge, in dem das Modell hängt, entlastet.

Einzelheiten der Schlepprinne und des Brunnens.

Den Grundriß der Rinne zeigt Abb. 1. Für die Ausrüstung der Modelle dienten zwei zu beiden Seiten der Abfahrtstelle des Modells auf Eisengerüsten angeordnete eiserne Einsteigbehälter und eine eiserne Trimmrinne von 11 m Länge, 1,2 m Breite und 0,5 m Wassertiefe. Um die Modelle während der Fahrt besser beobachten und für Sonderversuche Meßeinrichtungen in der Fahrbahn anbringen zu können, war ein Laufsteg vorgesehen. Aufgefüllt wurde die Rinne durch die städtische Wasserleitung, entleert in einen benachbarten Rieselfeldgraben.

Vor der Vorrinne war ein eiserner Brunnenschacht auf 50 m Tiefe abgesenkt. Sein Durchmesser von 1 m genügte nicht nur zum Befahren für Instandhaltungsarbeiten, sondern gestattete auch, mehrere Schleppgewichte neben einander zu benutzen, wie es besonders für Schraubenversuche erforderlich war.

Schlepp- und Meßeinrichtungen.

Die Grundlage für die Ausbildung der Versuchseinrichtungen bildete der einfache Schleppversuch, mittels dessen gewöhnliche Oberflächenfahrzeuge ohne Schrauben untersucht werden. Die hierfür dienenden Einrichtungen wurden durch solche zum Schleppen von Schiffsmodellen mit Schrauben, von freifahrenden Schrauben, Flugzeugschwimmern sowie auch von Unterwasserfahrzeugen ergänzt.

Einrichtungen für den einfachen Schleppversuch ohne Schrauben

Beim Wellenkampschen Verfahren ist das Zuggewicht bei gleichförmiger Geschwindigkeit ein unmittelbares Maß für den Schiffswiderstand. Daneben ist ein Beschleunigungsgewicht erforderlich, da das Modell sonst erst nach einer rechnerisch unendlich langen Fahrt die gleichförmige Geschwindigkeit erreicht. Die Beschleunigungsvorrichtung dient also zur Abkürzung der Fahrstrecke. Hat das Modell die Meßstrecke einwandfrei durchlaufen, so muß es auf einer genügend kurzen Strecke abgebremst werden. Diesen Forderungen entsprechend umfaßte die Wellenkampsche Versuchseinrichtung im allgemeinen die Einrichtungen für den Antrieb auf der Meßstrecke (Zugeinrichtung), für die Geschwindigkeitsmessung, für die Beschleunigung (Vorlaufeinrichtung) und für das Abbremsen der Modelle.

Abb. 5. Schleppeinrichtung für Schiffsmodelle ohne Schraube, erste Anordnung.
a Zugdraht, *b* Vorlaufdraht, *c* Mitnehmer, *d* Gewichtrad für Vorlauf, *z* Zuggewicht.

Die Zugeinrichtung für den einfachen Schleppversuch war ursprünglich nach Abb. 5 angeordnet, so daß das den Widerstand messende Zuggewicht *z* mit einem einfachen Zugdraht am Modell angriff. Zur Verbesserung der Modellführung wurde der Zugdraht später durch einen heckwärts gerichteten

aht ergänzt, Abb. 6; dieser führte über eine Umkehr-
eibe an der Abgangstelle des Modells zur Zugtrommel von
n Umfang, die nunmehr die Zugscheibe ersetzte und wie fast
e benutzten Trommeln und Scheiben aus Aluminium herge-
llt war. Auf der Zugtrommel lag dieser Draht mit etwa
Windungen auf, die sich beim Schleppen abwickelten. Der
gwärts führende Teil des Zugdrahtes lief mit einigen Win-
ngen über die Zugtrommel zum Zuggewicht. Der auf diese
eise das Modell einschließende Drahttrieb wurde zur besseren
dellführung noch durch das Gewicht *h* gespannt, das an
; pendelnd angeordnete Lager der Umkehrscheibe gehängt
rde. Die entstehende größere Lagerbelastung dieser Scheibe
d der Zugtrommel war belanglos, da sich die Kugellagerreibung

Abb. 6. Schleppeinrichtung für Schiffsmodelle ohne Schraube. Allgemeiner Aufbau der endgültigen Zug- und Vorlaufeinrichtungen.
a Zugtrommel, *b* Ausgleichkette, *c* Kontakte, *d* Stahlrohrträger für die Wegkontakte, *e* Hahnepoot, *f* Mitnehmer der Vorlaufeinrichtung beigeklappt nach Freigabe des Modells, *g* Antriebscheibe der Vorlaufeinrichtung, anschließender Teil s. Abb. 9 u. 10, *h* Spanngewicht für die Zugeinrichtung.

t wachsender Belastung der Wellenachsen nur
nig vergrößert. Außerdem war ihr Betrag durch
gelmäßige Eichung genau bekannt. Um ein stö-
ngsfreies Auf- und Abwickeln des Zugdrahtes
f der Zugtrommel zu sichern, war ein Gewinde
ngeschnitten. Das Gewicht des in den Brunnen
laufenden Drahtes wurde durch Anheben einer
ette ausgeglichen. Die Zugdrähte hatten je nach
icke 200 bis 300 kg/mm² Festigkeit und im Mittel
5 mm Dmr.

Das Ausscheren des Modells aus der Fahrtrichtung wurde
ttels der Zugdrahtspannung durch eine doppelseitige Hahnepoot
gabelte Drähte) verhindert, in die das Modell mittelst einer 1 m
ngen Querspreize eingespannt war. Die vordere, etwa 7 m lange
hnepoot konnte mittels einer Spannschraube auf die Mittelebene
s Modells eingestellt werden. Die Querspreize lag auf einem
olzrahmen über dem Wasserlinienschwerpunkt des Modells. Der
f das Modell geschraubte Rahmen trug ein Laufgewicht zum
usgleich des Zuggewichtmoments. Das Laufgewicht wurde vor
dem Versuch so eingestellt, daß sein Moment, bezogen auf die
rch den Wasserlinien-Schwerpunkt gehende Querachse, gleich
m Zuggewichtmoment war.

Zum Zurückholen des Modells und Aufziehen des Zug-
wichtes diente ein Motor mit Schneckentrieb, dessen Schnecken-
d mit der Zugtrommel gekuppelt werden konnte. Abreißende

Abb. 7. Stimmgabelseite.

Abb. 8. Aufsicht auf Drahtvisier und Schieber.

a Mittellinien-Schreibfeder
b Wegkontaktfeder
c Stimmgabel-Schreibfeder
d Elektromagnet zum Niederdrücken
e Schieber
f Drahtvisier.

Abb. 7 und 8. Schreibtrommel des Stimmgabel-Zeitmessers.

Gewichte fielen in einen Korb, der auf dem Grunde des Brunnens lag und mit einer elektrisch betriebenen Winde gehoben werden konnte.

Geschwindigkeitsmessung.

Zur Messung der Modellgeschwindigkeit diente ursprünglich eine mit der Zugdrahtscheibe gekuppelte berußte Schreibtrommel, auf die eine geeichte Stimmgabel ihre Schwingungen aufzeichnete, Abb. 5. Das Verhältnis des Umfangs der Zugdrahtseile zu der auf jede Umdrehung der Trommel entfallenden Schwingungszahl ergab die jeweilige Modellgeschwindigkeit. Diese Anordnung hatte den Nachteil, daß die Stimmgabelschwingungen je nach der Modellgeschwindigkeit verschieden lang aufgezeichnet wurden. Dies erschwerte ihr Abzählen. Außerdem war

Abb. 9 u. 10. Schleppeinrichtung für Schiffsmodell ohne Schrauben. Vorlaufeinrichtung mit Modell in Abgangstellung.

a Zugdraht, *b* Vorlaufdraht, *c* Mitnehmer, *d* Laufgewicht, *e* Wechselräder, *f* Zugdraht-Spanngewicht, *g* Gegengewichte, *h* Vorlaufgewicht, *i* Sinoidentrommel.

die so gemessene Umlaufgeschwindigkeit der Drahtscheibe noch durch die Zugdrahtschwingungen beeinflußt. Da diese nicht zu vermeiden waren, wurde die Geschwindigkeitsmessung von der Zugeinrichtung getrennt. Zu diesem Zwecke wurden Kontakte in 2,2 m Abstand voneinander an einem über der Modellbahn wagerecht hängenden senkrecht verstellbaren Stahlrohr angeordnet, Abb. 6. Die beweglichen Kontaktseiten waren als Aluminiumhebel ausgebildet, die unter Federdruck standen und bei der geringsten Berührung durch das Modell aufschnellten und dadurch einen Ruhestrom unterbrachen. Dies bewirkte das Ausschlagen der Schreibfeder eines der beiden im Meßraum angebrachten Stimmgabel-Zeitmesser.

Die Schreibtrommel des in Abb. 7 und 8 dargestellten Stimmgabel-Zeitmessers hatte 1 m Umfang, die zugehörige Stimmgabel führte 100 Schwingungen in der Sekunde aus. Diese wurden durch eine an dem einen Schenkelende der Stimmgabel sitzende Stahlfeder auf die berußte Trommel aufgezeichnet. Um durch Schnittpunkte eine genaue Bestimmung der zu den Meßstrecken gehörigen Zeiträume zu ermöglichen, waren die Aufzeichnungen der Kontakt- und der Stimmgabelfeder symmetrisch um eine Mittellinie angeordnet, die eine dritte Stahlfeder auf der Schreibtrommel zog. Um das Auszählen der Stimmgabelschwingungen zu erleichtern, war einmal für einen gleichmäßigen Trommelantrieb durch Elektromotor gesorgt, außerdem waren die Schreibfedern und die Stimmgabel auf einem zwangläufig bewegten Support angeordnet, der bei jeder Umdrehung etwa 8 mm zurücklegte. Da die Trommel reichlich 300 mm lang war, so konnten bei 2 Uml./s Meßvorgänge von 20 s Dauer aufgezeichnet werden. Besondere Vorrichtungen ermöglichten es, daß $^1/_{2000}$ s leicht und genau abgelesen und $^1/_{10\,000}$ s noch geschätzt werden konnte.

Beschleunigungseinrichtung.

Bei der Beschleunigungseinrichtung war eine leichte Einstellmöglichkeit des Vorlaufs und eine gegen Ende des Beschleunigungsvorganges möglichst sanft abnehmende Beschleunigung zu erzielen. Wellenkamp hatte hierzu Ketten vorgesehen, die sich beim Anfahren des Modells auf den Boden niederlegten und dadurch ihre beschleunigende Kraft fortschreitend verminderten. Diese hatten jedoch den Nachteil, daß ihr Gewicht der zu erreichenden Meßgeschwindigkeit nicht leicht genug angepaßt werden konnte.

Es wurde daher als Vorlaufeinrichtung zunächst ein Gewichtrad vorgesehen, das auf dem Radumfang einen Draht trug, der das Modell auf der Beschleunigungsstrecke mitnahm, Abb. 5. Innerhalb des Rades war ein Gewicht radial verstellbar angeordnet, dessen Auslage die dem Modell mitgeteilte Beschleunigungsarbeit bestimmte. Diese Anordnung hatte den Nachteil, daß sie die Beschleunigung zu sehr gegen das Ende der Anfahrt verlegte, so daß sich die

Schiffswelle der Endgeschwindigkeit auf der Übergangs- und der Meßstrecke nicht genügend anzupassen vermochte. Um beide Ziele, leichte Regelbarkeit und sanftes Abklingen der Beschleunigung, zu erreichen, wurde schließlich das Gewichtrad durch eine Trommel mit veränderlichem Durchmesser ersetzt, dessen Mantellinie eine Sinoide war, Abb. 9 und 10. Auf der Mantelfläche der Trommel war eine axial fortschreitende Kerbe eingeschnitten, die auf der einen Seite den größten und auf der anderen den kleinsten Abwicklungshalbmesser hatte. In diese Kerbe wurde der das Beschleunigungsgewicht tragende Draht so gelegt, daß er zu Anfang mit dem größten Moment auf das Modell einwirkte. Das kleinste Moment, bedingt durch den Nebenhalbmesser der Trommel, wurde durch ein Gegengewicht ausgeglichen. Außerdem war für eine stoßfreie Einleitung der Modellbewegung der Trommelseite mit dem größten Wicklungshalbmesser eine kurze Spirale vorgeschaltet, deren Kerbe ebenfalls auf der Trommelnabe endete. Abgebremst wurde die Trommel durch eine selbsttätig eingreifende Bandbremse.

Auf das Schiffsmodell wurde die Trommelbewegung mittels Wechselräder übertragen, die den eigentlichen Vorlauftrieb in Bewegung setzten. Die von den Wechselrädern getriebene Scheibe war mit einer schraubengangförmigen Kerbe für den Vorlaufdraht versehen, der mit mehreren Windungen um die Scheibe gelegt war und als Draht ohne Ende über zwei 16 m voneinander entfernte, in passender Höhe über der Modellbahn einstellbare Scheiben führte. Mit Hilfe der Wechselräder konnte die Länge der Vorlaufbewegung und somit bei gleichbleibender Endgeschwindigkeit die Beschleunigung in weiten Grenzen geändert werden.

Um ein Vertrimmen des Modells auch bei der Anfahrt zu vermeiden, wurde der Angriffspunkt des am Vorlaufdraht befestigten Mitnehmers etwa in die Höhe des Massenschwerpunktes gelegt. Sobald der Vorlaufdraht abgebremst wurde, klappte der Mitnehmer unter Einwirkung einer Spiralfeder bei und ließ das Schiffsmodell weiter fahren.

Die Versuche mit dieser Einrichtung ergaben bei guter Regelbarkeit der Endgeschwindigkeit wesentlich geringere Geschwindigkeitsschwankungen als das Gewichtrad. Zur weiteren Verminderung derselben wurden Vergleichsversuche mit verschiedenen Wicklungen der Sinoidentrommel ausgeführt. Diese konnten dadurch hergestellt werden, daß an verschiedenen Stellen der Trommel noch quer zur Achsenrichtung eingeschnittene Kerben beim Aufwickeln des Beschleunigungsdrahtes eingeschaltet wurden. Im allgemeinen ergab sich, daß bei Nichtbenutzung dieser Kerben die Modellgeschwindigkeit bereits abzusinken begann, bevor der Beschleunigungsdraht die Nabe erreicht hatte. Dies Absinken der Modellgeschwindigkeit war darauf zurückzuführen, daß das Modell bei der erzielten Vorlaufgeschwindigkeit zur Ausbildung seiner Welle mehr Energie verbrauchte, als ihm von der Trommel durch das abnehmende Restmoment des Beschleunigungsgewichts zugeführt wurde. Zur Beseitigung dieses Mangels wurde an derjenigen Stelle des Vorlaufweges, wo der Abfall der Modellgeschwindigkeit eintrat, das Moment des Beschleunigungsgewichts mit Hilfe einer eingeschalteten Querwickelung aufrecht erhalten. Dadurch wurde nicht nur das erste Abnehmen der Modellgeschwindigkeit, sondern auch die sich anschließenden Schwankungen so vermindert, daß beim Beginn der eigentlichen Meßstrecke im allgemeinen eine fast gleichmäßige Geschwindigkeit hergestellt wurde.

Abb. 11 u. 12. Schleppeinrichtung mit Schiffsmodell und Schrauben. Allgemeiner Aufbau.

a Beschleunigungsrad für Schraubenzugtrommel, *b* Kontakt zur Messung der Schrauben- und Drehgeschwindigkeit, *c* Beschleunigungsscheibe, *d* Schraubenzugtrommel, *e* Ausgleichketten, *f* Zugtrommel, *g* Klinke f. d. elektrische Auslösung der Bremse, *h* Klinke f. d. elektrische Auslösung der Schraubenzugtrommel, *i* Schraubengewicht, *k* Ausgleichgewicht abzüglich Restabzug.

Abb. 12. Einrichtung im Schiffsmodell.

Bremseinrichtung.

Beim Abbremsen fuhr das Modell mit einem auf dem Mod-rahmen befestigten Bock gegen einen quer über die Rinne spannten Draht ohne Ende an, der ein durch Sperrklinken Zurückgehen verhindertes Bremsgewicht hob.

Bedienung der Versuchseinrichtung.

Für die Vorbereitung und Durchführung des Versuchs nügten zwei angelernte Arbeiter. Nachdem Freibord, Länge u Breite des Modells geprüft war, wurde das Modell mittels doppelten Hahnepoot in den Zugdraht gespannt und auf die Zu-trommel eingerichtet. Sodann wurde der Zugdraht mit dem Zu-gewicht und die Vorlaufeinrichtung mit dem Beschleunigung und dem gleich großen Gegengewicht belastet, und der Mitnehm des Vorlaufdrahtes gegen den Modellrahmen gelegt; damit war d Modell abgangsfertig. Nachdem die Wasserströmung in der Mode-bahn durch Schwimmer geprüft, die Wegkontakte probeweise dur einen Drahtzug abgerissen und das Ausschlagen der Schreibfed-festgestellt war, wurde die Schreibtrommel des Stimmgabel-Zeitme-sers eingeschaltet und die Stimmgabel mit einem Bogen in Schwi-gungen versetzt. Darauf wurde das Modell abgelassen, das d Stimmgabelsupport durch Kontakte selbsttätig in Bewegung set und anhielt. Nach dem Eingriff der Bremseinrichtung wurde die auf die Anfangsstellung gebracht und das Modell durch Ei-schalten des Zugtrommelmotors zurückgeholt. Die Bedienu dieser Vorrichtungen beanspruchte kaum 5 min.

Auswertung der Messungen.

Die auf die 2,2 m lange Teilstrecke er-fallenden Stimmgabelschwingungen ergab die mittlere Geschwindigkeit und die mi-lere Beschleunigung oder Verzögerung. A der mittleren Meßgeschwindigkeit wur durch Zufügung der gefundenen mittler Rinnenströmung die für den Versuch gi-tige Modellgeschwindigkeit gewonnen.

Der Modellwiderstand ergab sich aus de verwendeten Zuggewicht nach Abzug der a den Zugtrommelumfang bezogenen Kräf für den Reibungswiderstand der Zugeinric-tung — etwa 10 g — und nach Berücksic-tigung der Beschleunigungskorrektur. D auf den Trommelumfang bezogene beweg Masse, berechnet aus Modell-, Zug- u Trommelmasse, ergab durch Multiplikatio mit der vorher gefundenen mittleren Me-streckenbeschleunigung die Beschleunigung-korrektur.

Außer durch die beschriebene Wicklun der Sinoidentrommel wurden Geschwindi-keitsschwankungen im Einzelfall noch durc sorgfältige Bemessungen des Beschleun-gungsgewichtes beschränkt, wozu Erfa-rungswerte dienten. Hierdurch wurde es e-reicht, daß schon beim ersten Versuch a-nähernd das zum Zuggewicht passende Vo-laufgewicht getroffen und mit Hilfe der e-wähnten Beschleunigungskorrektur ein zu mittleren Modellgeschwindigkeit passende Widerstandspunkt gefunden wurde. Di Wiederholung des Versuchs mit verbessertem Beschleunigung-gewicht ergab daher meist einen zwar an anderer Stell aber auf der gleichen Widerstandskurve liegenden Meßpunk Die Versuche wurden im allgemeinen wiederholt, bis die mittler Beschleunigung unter $^{1}/_{2000}$ m/s² blieb. Dies wurde beim zweite oder dritten Versuch erreicht.

Die gemessenen Modellwiderstandswerte wurden auf ei Temperatur von 15° C und nach dem Froudeschen Verfahre auf das Schiff umgerechnet.

Einrichtung zum Schleppen von Schiffsmodellen mit Schraube Allgemeine Anordnung.

Nachdem die Einrichtung für den einfachen Schleppversuc voll leistungsfähig entwickelt war, wurden die Schrauben versuchseinrichtungen nach dem Gedanken von Wellenkamp aus gebildet. Es handelt sich bei Schraubenversuchen darum, di für eine bestimmte Schiffsgeschwindigkeit erforderliche Antrieb leistung zu ermitteln. Hierzu ist das Drehmoment und die Um laufzahl der Schraube zu messen. In zweiter Linie ist der er forderliche Schub zu bestimmen. Diese Messung ermöglich Rückschlüsse auf den Gütegrad der Schraubenanordnung.

Der Schraubenzugdraht wurde nicht unmittelbar zum Schleppen, sondern zum Antrieb von Trommeln benutzt, die, eingefügt in einen Rahmen, auf den Schraubenwellen im Model saßen, Abb. 11 und 12. Der Draht wurde hierfür ähnlich, aber mit Rücksicht auf die Brunnentiefe in umgekehrter Richtung wie beim gewöhnlichen Versuch geleitet. Das Antriebende führte also über die im Heck des Modells angebrachten Führungsrollen und über eine Rückkehrscheibe an der Modellabgangstelle zur Schraubenzugtrommel und mit einigen Windungen über diese zum Schraubenzuggewicht in den Brunnen. Das ablaufende Ende kam über die vorderen Führungsrollen des Gewichts unmittelbar von der

ıgtrommel her und war auf dieser unter Zwischenschaltung ın so vielen Drahtwindungen befestigt, wie das Absinken des Gewichts erforderte. Der Zug des für den Wellenantrieb erforderlichen Drahtantriebes wurde durch einen zweiten gleichbelasteten, ıer entgegengesetzt gerichteten Drahttrieb ausgeglichen, der somit n Modell genau wie beim gewöhnlichen Schleppversuch angriff. ır beide Drahttriebe mußte wegen der verschiedenen Umfangsschwindigkeiten je eine besondere Umkehrscheibe und Zugommel benutzt werden, an der ein Kontakt für die Messung der mfangsgeschwindigkeit und damit der Schraubenumlaufzahl anbracht war.

Einrichtungen im Schiffsmodell.

Die Ausbildung der Einzelheiten war zum Teil das Erbnis mannigfacher Vorversuche. Folgende drei Forderungen aren bei dieser Anlage zu berücksichtigen: möglichst geringes ewicht, möglichst geringer Raumbedarf und möglichst reibungsеier Gang. Dazu kam als erschwerender Umstand, daß der hrauben-Antriebdraht der erforderlichen Reibung wegen in ehreren Windungen um die Schraubenwellen-Trommeln gelegt erden mußte und sich auf den schraubenförmigen Kerben dieser rommeln zwangläufig abzuwickeln hatte. Hierzu dienten die ührungsrollen *a*, Abb. 12, am Modell, die sich mit zwei auf ihrer meinsamen Nabe eingeschnittenen Schraubengängen *b* von rschiedenem Durchmesser selbsttätig an dem Draht ohne Ende *c* ıf den Zahnschienen *d* um die jeweils erforderliche Strecke fortwegten. Die Schraubentrommeln waren aus dünnwandigem luminium hergestellt und hatten im Mittel 50 mm Durchmesser. ie Trommeln waren mit den Schraubenwellen jedoch nicht starr rbunden, sondern mit Rücksicht auf die Schubmessung geuppelt. Die Kupplung übertrug nur das Drehmoment, während ie eine geringe Verschiebung der Schraubenwellen in den festelagerten Trommeln zuließ. Die Traverse *e* nahm die gesamten chübe auf und übermittelte sie an den senkrechten Hebelarm iner Wage, an deren wagerechtem ein Schubmesser der Firma chäffer & Budenberg und Zusatzgewichte angriffen. Der Schubıesser bestand aus einer Feder. Ihr Ausschlag wurde durch ein Iebelwerk auf das 50- oder 100fache vergrößert und von einer 'eder auf eine Trommel als Diagramm aufgetragen.

Beschleunigungs- und Bremseinrichtung.

Beschleunigungs- und Bremseinrichtungen, die die Umlaufahlen schnell ein- und abzustellen hatten, waren außer für das Iodell auch für den Schraubenantrieb erforderlich. Der Umstand, aß nach dem mechanischen Ähnlichkeitsgesetz ähnliche Gechwindigkeiten sich wie die Wurzeln ähnlicher Längen, ähnliche Schraubenumlaufzahlen sich aber im umgekehrten Verhältnis zueinander verhalten, erschwerte hierbei den Betrieb, da die Modelle im kleinsten Maßstab (etwa $^1/_{40}$) mit der kleinsten Versuchsgeschwindigkeit gerade die höchsten Umlaufzahlen (etwa 40 Uml./s) erforderten, wobei eine Drahtablaufgeschwindigkeit von über 6 m/s bei 50 mm Dmr. der Schraubentrommeln erreicht wurde, die nach Abzug der Schiffsgeschwindigkeit eine Fallgeschwindigkeit des Schraubenantriebgewichtes von 4 m/s im Brunnen ergab. Dieser große Wert bedingte ein schnelles und selbsttätiges Arbeiten der Beschleunigungs- und Bremsvorrichtung, wozu die bewegten Massen weitestgehend einzuschränken waren. Nach längerem Vorversuchen wurde als Antriebscheibe für das Beschleunigungsgewicht ein Fahrradlaufrad mit Holzkranz und als getriebene Scheibe eine schmale Aluminiumtrommel benutzt, die ein Gewinde trug, so daß der über eine Spannrolle laufende endlose Drahttrieb mit mehreren Windungen aufgelegt werden konnte, Abb. 11. Der Holzkranz der Antriebscheibe beaß außer der Kerbe für den letztgenannten Drahttrieb noch eine olche für das Beschleunigungsgewicht, die jedoch spiralförmig ur Nabe überging, um das Moment am Schluß des Beschleunigungsvorganges aufhören zu lassen; gebremst wurde die Scheibe lurch eine selbsttätige Bandbremse. Die schmale Aluminiumscheibe war mit der eigentlichen Schraubendrehtrommel durch einen federnden Mitnehmer gekuppelt, der sich beim Abbremsen der Beschleunigungseinrichtung gegen die schmale Beschleunigungsscheibe legte und die Schraubentrommel freigab. Diese wurde schließlich durch Backen abgebremst, die auf den inneren Trommelrand wirkten. Beim Versuch wurde der Schraubenantrieb erst nach 5 bis 10 m Modellweg eingeschaltet.

Abb 13. Kugellager Prüfeinrichtung.

Kontaktscheibe, $b\,b_1$ Kontakte, *c* Meßgewicht, *d* zu prüfende Kugellager in er Rolle, *e* Belastungsgewicht für die Kugellager, $f\,f_1$ Spanngewicht, *h* Beschleunigungsgewicht, *s* Scheibe, *i* Draht ohne Ende, *k* Stromkreis.

Prüfung der Lager.

Für genaue Meßergebnisse mußten Schwankungen der Kugellagerreibung in den Triebtrommeln und Führungsscheiben beseitigt werden. Hierzu wurde die Reibung verschiedener Kugellager von 5 bis 10 mm Wellendurchmesser mit verschiedenen Ölsorten bei verschiedener Temperatur planmäßig untersucht, wobei festgestellt wurde, daß das Norma-Lager wegen seiner geringen, von der Temperatur wenig abhängigen Reibung für diese Versuche das brauchbarste war. Außerdem wurde gefunden, daß die Lagerreibung dieser kleinen Lager hauptsächlich durch die Viskosität und nicht durch die Lagerbelastung bedingt wird. Schwankungen infolge der Viskosität ließen sich auch bei dem feinsten Uhrenöl nicht vermeiden, aber durch Verminderung der Kugellagerzahl und der Temperaturunterschiede sehr beschränken. Die Meßvorrichtung ist in Abb. 13 angedeutet. Die zu untersuchenden Kugellager befanden sich paarweise in der Trommel *d* und der Scheibe *s*. Die Lagerbelastung wurde durch das Gewicht *e* erreicht, das an dem Draht ohne Ende *i* hing, der, um ein Gleiten zu vermeiden, verschiedene Male um die mit einem Gewinde versehene Trommel *d* gewickelt war. Die Gewichte *f* und f_1 hatten den Zweck, ein Pendeln zu verhindern. Die Drehung der Trommel *d* und der Scheibe *s* wurde durch das Beschleunigungsgewicht *h* umgeleitet und durch das Meßgewicht *c* aufrechterhalten. Der zur Korrektur der Messung erforderliche Beschleunigungsverlauf wurde, um Kontaktwiderstände während der Messung auszuschalten, aus der Anfangs- und der Durchschnittsdrehzahl bestimmt. Jene wurde mit dem Stimmgabel-Zeitmesser ermittelt, indem die Umdrehungen während der Beschleunigung durch den Kontakt *b* gezählt und das Ende des letzteren durch Abreißen des Kontaktes b_1 gekennzeichnet wurde. Die Durchschnittsdrehzahl während der Messung wurde mit der Stoppuhr durch Beobachten der zum Ablaufen des Drahtes *i* erforderlichen Zeit gewonnen. War die mittlere Geschwindigkeit auf der Meßstrecke gleich der augenblicklichen zu Ende der Beschleunigung, so ergab das aufgelegte Gewicht unter Berücksichtigung seines Hebels ohne weiteres das Reibungsmoment. Durch Verwertung aller Erfahrungen, auch solcher mit verschiedenen Schraubenwellenlagern, wurde es erreicht, daß das Reibungsmoment von 4 bis 5 vH des Schraubenmomentes auf 1 bis 2 vH herabging. Die Reibungsschwankungen waren hiernach auf Bruchteile von 1 vH des Schraubenmomentes zu veranschlagen.

Betriebserfahrungen und weitere Entwicklung der Anlage.

Mit dem Schraubenantrieb sind bis zum Kriege alle größeren Typschiffe der deutschen Marine, soweit sie mit Turbinen versehen waren, geschleppt worden. Die Lichtenrader Anstalt dürfte damit als erste Schraubenschleppversuche mit freifahrendem Schiffsmodell in größerer Zahl ausgeführt haben. Versuche mit nachgeschlepptem Gehäuse haben demgegenüber den Nachteil, daß sie mit hydrodynamischen Fehlerquellen infolge der Stauwirkung des Gehäuses verknüpft sind. Die Anlage lieferte mit ihren hydrodynamischen Einrichtungen einwandfreie und auch mechanisch recht genaue Versuchswerte. Dies zeigten die im Vergleiche zu anderweitigen Versuchsergebnissen geringen Streuungen der Messungen.

Besondere Einrichtungen.

Außer den beschriebenen Einrichtungen wurden nach den gleichen bewährten Gesichtspunkten noch solche für Versuche mit Flugzeugschwimmern, freifahrenden Schrauben und Unterwasserschiffen ausgebildet. Die beiden letztgenannten Einrichtungen wurden jedoch nicht mehr erprobt, doch darf auch von ihnen angenommen werden, daß sie nach den gemachten Erfahrungen allen Betriebsanforderungen entsprochen hätten.

Schlußbemerkung.

Nach vorstehendem können die mit dem Wellenkampschen Schleppverfahren gesammelten Betriebserfahrungen und dessen Entwicklungsmöglichkeit als günstig bezeichnet werden. Ein grundsätzlicher Nachteil gegenüber dem Froudeschen bleibt jedoch das Fehlen einer das Modell begleitenden Plattform für die laufende Untersuchung und Beobachtung der hydrodynamischen Vorgänge. Für die Bestimmung des Schiffswiderstandes und der Gesamtschraubenleistung leistete die Anstalt mit 45 m Länge aber dasselbe wie andere mit mehreren hundert Metern. [1571]

Die Kraftfelder an Knotenblechen eiserner Fachwerke[1].

Von Dr.-Ing. Th. Wyß, Danzig.

Auf Grund von Versuchen werden die Kraftfelder von drei verschiedenen Knotenblechen bestimmt. Diese Kraftfelder geben einen Anhalt, wie der Baustoff bei zweckmäßigen Knotenblechformen zu verteilen ist, damit die Kraftstränge zwanglos und sinngemäß verlaufen.

Allgemeines.

Bis vor kurzem war die Kenntnis der Spannungsverteilungen in Knotenblechen noch völlig rückständig. Die Formgebung, konstruktive Ausbildung und Berechnung der Knotenbleche erfolgte nach vereinfachten Annahmen. Erst als entsprechende Dehnungsmesser und Befestigungsvorrichtungen ausgebildet worden waren, konnte die Größe der hierbei auftretenden Spannungen geklärt werden. Die ersten Versuche an fertigen Brücken machte das Brückenbureau der Schweizerischen Bundesbahnen unter Leitung von Brückeningenieur Bühler. Diese Versuche dienten zur Nachprüfung der verwendeten Berechnungsformeln. Das Forschungsheft 262 berichtet demgegenüber über umfangreiche planmäßige Dehnungs- und Drehungsmessungen an besonders für diese Versuche hergerichteten eisernen Knotenblechen, die ausgeführt wurden, um für die Gestaltung und die Größe der Knotenbleche feste Grundlagen zu schaffen.

Die Versuchskörper wurden vom Verein schweizerischer Brückenbauanstalten und die erforderlichen Meßgeräte zum Teil vom genannten Verein, zum Teil vom Brückenbureau der Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen und vom Eisenbahndepartement in dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

Die Spannungsverhältnisse an solchen Knotenblechen lassen sich am einfachsten durch die Kraftlinien darstellen, deren Verlauf mit dem der Trajektorien übereinstimmt. Diese Kraftlinien bilden zusammen ein Kraftfeld, dessen äußere Form durch die Gestalt des Knotenbleches selbst bestimmt ist. Es soll hier der Zusammenhang der aus Versuchen ermittelten Kraftfelder mit der Knotenblechform und dem Belastungszustand kurz erläutert werden, wobei nur auf die an der Oberfläche verlaufenden Kraftlinien eingegangen werden soll.

Abmessungen.

Die Verformung der Knotenbleche wurde mit dem Okhuizen-Dehnungsmesser ermittelt. Seine Vorzüge gegenüber neuzeitlichen Spiegel-Dehnungsmessern sind große Handlichkeit und Leistungsfähigkeit. Seine Meßlänge ist mit 20 mm genügend klein, und seine 700 bis 900fache Hebelübersetzung genügend groß für diese Versuche. Um jeden Kreuzpunkt eines in die polierte Oberfläche der Knotenbleche eingeritzten quadratischen Netzes wurden die Dehnungen in wagerechter, senkrechter und diagonaler Richtung gemessen, woraus die Hauptspannungen und ihre Richtungen rechnerisch bestimmt werden konnten. Aus diesen Werten lassen sich die Kraftfelder und ihr innerer Zusammenhang ermitteln. In den verdeckten Flächen der Knotenbleche wurden die Kraftfelder teilweise auf mittelbarem Wege bestimmt, teilweise mutmaßlich ergänzt.

Versuche.

Die Vorversuche wurden an einem an eine biegungsfeste Gurtung angeschlossenen, symmetrisch zur Kraftachse ausgebildeten Knotenblech, Abb. 1, in der Materialprüfungsanstalt der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich vorgenommen. Die Hauptversuche fanden in der Eisenbauwerkstätte Cd. Zschokke, Döttingen (Schweiz), statt, hierfür wurden die in Abb. 2 und 3 dargestellten Probeträger gebaut. Abb. 4 enthält das Ergebnis der Vorversuche; hierin sind die durch Messungen ermittelten Hauptspannungsrichtungen für verschiedene Knotenblechelemente eingezeichnet und durch mittelbar bestimmte Traje[ktorien] in dem unter der Lasche befindlichen Teil ergänzt word[en]. (Siehe auch Forschungsheft 221 von Rühl, Seite 73.) Alle e[r]mittelten Hauptzugrichtungen weisen auf einen seilförmigen Ve[r]lauf der Zugtrajektorien hin, die die Nietlöcher umfassen. [Die] Richtungen der Minimal-Hauptspannungen gehen auf die Anschlu[ß]niete der Lasche zu, entsprechend dem radialen Verlauf der Drucktrajektorien vom Nietzentrum aus. Anhäufungen von Seilzuglinien treten im Bereich der Nietlöcher auf, während sie längs des Randes in ziemlich gleichen Abständen verlaufen, Abb. 4. Dieser Verlauf ist dadurch begründet, daß im nichtverdeckten Knotenblechteil die Spannungen in Schnitten senkrecht zur Kraftrichtung nahezu gleichmäßig verteilt sind. Der Trajektorienverlauf in diesem Knotenblech gibt sofort Aufschluß über die Zweckmäßigkeit der Form. Die jedes Laschenniet umfassenden Kraftstränge ordnen sich so an, daß sie ohne irgendwelche Störung auf die Anschlußniete der Gurtung zulaufen können. Durch die Spannungs- und Dehnungsnullpunkte S gehen die Grenztrajektorien, die diejenigen Kraftzuglinien einschließen, die zu einem bestimmten Niet gehören. Sie liegen infolge der symmetrischen Ausbildung des Knotenbleches auf der Mittelachse, und ihre Abständ[e] von den einzelnen Nietlöchern sind unabhängig von den Nie[t]kräften.

Abb. 4.[2]) Trajektorien im Knotenblech d[er] Vorversuche.

Hauptversuche am Knotenpunkt *a*, Belastungsfall 1, Abb. 5 und 6.

Aus dem Versuch ergibt sich für das Knotenblech *a*, Abb. 5 bei der symmetrischen Belastung das in Abb. 6 dargestellte Kraf[t]feld. Die Zugtrajektorien bilden verschiedene in sich geschlos[s]ene Systeme. Das eine umfaßt die drei Anschlußniete der Dia[]gonale über der Stabachse, das andere die drei Niete unterhal[b] derselben. Um das einzelne Schlußniet jeder Diagonale geht ei[n] dritter Strang von Zugkraftlinien. Sie alle nehmen die Form vo[n]

Abb. 1 bis 3.[2]) Kraftfelder an Knotenblechen eiserner Fachwerke.

Abb. 5 und 6.[2]) Kraftfeld im Knotenblech *a*. Belastungsfall 1.

[1]) Auszug aus einzelnen Kapiteln des Forschungsheftes Nr. 262 „Beitrag zur Spannungsuntersuchung an Knotenblechen eiserner Fachwerke".
[2]) Die eingeschriebenen Stabkräfte und Momente sind durch Messungen ermittelt worden.
——— Maximal-Trajektorien.
-------- Minimal-Trajektorien.
Abmessungen zur Bestimmung der Trajektorien konnten nur auf den unverdeckten Teilen der Knotenbleche ausgeführt werden.

eillinien an, welche die große Pfostenkraft, deren theoretischer Wert beim Gelenkfachwerk 50 t beträgt, aufnehmen. Von den Anschlußnieten des Pfostens breiten sich die Drucktrajektorien fächerförmig aus. Weitere Kraftliniensysteme werden durch die Laschenanschlüsse gebildet. Sehr deutlich ist in E der Trennpunkt gekennzeichnet, wo die eine Zugtrajektorie nach der Diagonale abschwenkt und die andere auf die Lasche zugeht. Die beiden oberen Laschenniete nehmen die durch das Einspannmoment der Gurtung verursachte Druckkraft auf, sie werden daher gegen die Pfostenseite hin von den Zugtrajektorien umfaßt. Die beiden unteren Laschenniete scheinen mit zwei Gurtwinkelnieten ein Kraftsystem zu bilden. Von besonderer Bedeutung ist die Anhäufung der Kraftlinien zwischen den beiden Nietreihen der Diagonalanschlüsse.

Aus dem allgemeinen Verlauf der Trajektorien kann man entnehmen, daß in diesem Belastungsfall der größte Teil des Knotenbleches die Diagonalkräfte verbindet, während nur ein kleiner Teil die im Gurtstehblech befindlichen Kräfte überleitet, so daß die Spannungen in der Lamelle und den Gurtwinkeln gesteigert werden.

Hauptversuche am Knotenblech *a*, Belastungsfall 2, Abb. 7 und 8.

Die Versuchsergebnisse sind in Abb. 7 und 8 dargestellt, bei diesem Belastungsfall verbindet der größte Teil der Zug-

Abb. 7 und 8.[1]) Kraftfeld im Knotenblech *a*. Belastungsfall 2.

trajektorien die Anschlußniete der Zugdiagonale mit den Laschen und Gurtwinkelnieten des stärker gezogenen Untergurtstabes. Auch hier haben sich verschiedene seilförmige Kraftliniensysteme gebildet, die einzelne Nietgruppen umfassen und die unter der Einwirkung der Druckdiagonale nach unten gekrümmt sind. Eine Störung im Kraftfeld wird oben durch die Anschlußkräfte des Pfostens verursacht, der ein starkes sekundäres Biegungsmoment aufzunehmen hat. Aus dem Vergleich der beiden Belastungsfälle ist gut ersichtlich, wie das Knotenblech bei verschiedenen Belastungszuständen arbeitet, insbesondere, wie je nach den angreifenden äußeren Kräften in sich geschlossene Kraftsysteme entstehen, die bei beweglicher Belastung dauernd verändert werden.

Hauptversuche am Knotenblech *b*, Abb. 9 und 10.

Es soll mit Abb. 10 das Kraftfeld eines Knotenbleches des in Abb. 9 dargestellten Pfostensystems erläutert werden. Auch hier zeigt sich ein Zusammenhang der Seilkurven zwischen der

Abb. 9 und 10.[1]) Kraftfeld im Knotenblech *b*.

gezogenen Diagonale und den Laschennieten bzw. den Gurtwinkelnieten des mit der größeren Stabkraft gespannten Untergurtstabes. Sie werden durch die aufzunehmende Pfostendruckkraft nach unten durchgebogen. Man sieht aus diesem Kraftfeld die Wichtigkeit des auf der diagonallosen Seite auskragenden Knotenblechteiles, indem er den Seilsträngen eine gute Verbindung mit der Gurtung ermöglicht. Das ganze Kraftfeld konnte nicht völlig geklärt werden, es wurden daher die diesbezüglichen Stellen offen gelassen.

Folgerungen.

Die Trajektorienbilder dienen zur Veranschaulichung des Kräfteverlaufes in Knotenblechen und können unter Berücksichtigung der Veränderungen durch die verschiedenen Belastungsfälle als Grundlage für den Entwurf und die Berechnung der Knotenbleche dienen. Wichtig ist, daß die Kraftstränge zwanglos und sinngemäß verlaufen und daß unnötige Anhäufungen und Umlenkungen von Kraftlinien vermieden werden. Durch die Kenntnis der Kraftfelder werden dem Konstrukteur die Mittel gegeben, die Ausbildung der Knotenpunkte, insbesondere die Überleitung von Kräften, in entsprechendem Sinn auszuführen. [1570]

Die Verwertung der technischen Zeitschriften-Literatur bei Gebrüder Sulzer, Winterthur.

Von Ingenieur W. A.

Die folgenden wertvollen Ausführungen behandeln die wichtige, noch zu wenig beachtete Frage, wie man den oft, unserer Erfahrung nach zu geringen, Ausnutzungsfaktor der wertvollen technischen Literatur verbessern kann. Alles, was in dieser Richtung von den Firmen planmäßig geschieht, fördert die technische Literatur und wird insbesondere auch den Schriftleitungen der technischen Zeitschriften willkommen sein. Die Schriftleitung.

Von den mannigfaltigen organisatorischen Aufgaben, die in industriellen Großbetrieben auftauchen, hat die Ausnutzung der technischen, kommerziellen und organisatorischen Literatur nicht immer die gebührende Aufmerksamkeit gefunden, und man ist dieser Frage erst mit dem Einsetzen des verschärften Konkurrenzkampfes nähergetreten.

Im Gegensatz zum Kaufmann war es gerade der ausübende Ingenieur, der der Literatur manchmal recht passiv gegenüberstand, und doch ist es für die Pflege des fortschrittlichen Geistes in einem Großbetrieb, dessen Fäden sich überallhin erstrecken, von Wichtigkeit, zu wissen, welche technischen und wirtschaftlichen Fragen jeweils im Vordergrunde stehen.

Es ist noch gar nicht lange her, daß man seine Konstruktions- und Fabrikationsverfahren sorgfältig hütete und annehmen mußte, daß auch andre ihr bestes Wissen und die mit zäher Ausdauer und vielen Kosten erworbenen Fortschritte nicht ohne weiteres der Öffentlichkeit preisgeben würden. Der Ingenieur lebte in seinem engeren Tätigkeitskreis und war der Überzeugung, daß seine Maschinen gut wären; der ständige Umgang mit seinen Spezialitäten hatte seine Sinne so geschärft, daß er meinte, imstande zu sein, auch ohne Hilfe von außen seine Maschinen auf der Höhe der Zeit zu halten, womöglich sie noch besser als andere gestalten zu können.

Erst die freieren Ansichten des neuen Jahrhunderts und der verschärfte Wettkampf, und nicht zuletzt der wohl verständliche Wunsch, sich die Priorität zu sichern, haben im letzten Jahrzehnt eine Änderung bewirkt: die Literatur ist gewaltig angeschwollen, und ihr Inhalt hat an Wert gewonnen. Aus den Zeitschriften und den neuen Büchern schöpft nunmehr der Fachmann viele Anregungen für die Konstruktion, er sieht, wo und was für neue Anforderungen an sein Arbeitsgebiet gestellt werden, er erkennt, wie andre den Markt bearbeiten und wie sie ihren Betrieb organisieren. Er hört von den Erfolgen und Mißerfolgen, und besonders die letzteren gehören zum Allerlehrreichsten. Daneben begegnen ihm mehr oder weniger theoretische Forschungsarbeiten, die einstweilen nicht sofort praktisch auswertbar sind, die aber doch zeigen, in welcher Richtung sich die Forschertätigkeit bewegt. Die Nachrichten über die Lehrlingsausbildung, über die sozialen und politischen Strebungen erleichtern den älteren Berufausübenden die richtige Bestellung des Personals und das Verständnis für den jungen Nachwuchs. Kurz, die Verfolgung der Literatur verbindet den Berufstätigen mit der Umwelt und hält ihm lebendig das Bild der rastlos vorwärtsstrebenden Entwicklung vor Augen.

Die Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur hat diesen Fragen von jeher besondere Aufmerksamkeit entgegengebracht und

[1]) Siehe Fußnote[2]) auf S. 390.

die auf eine tüchtige Fachausbildung hinzielenden Bestrebungen unterstützt durch Bereitstellung von Zeitschriften und Einrichtung von Büchereien und Lesesälen für ihr Personal, durch Schaffung einer eigenen Lehrlingsschule, Veranstaltung von Vorträgen und Sonderkursen, Erteilung von Stipendien usw.

Das Schul- und Lehrlingsausbildungswesen kann hier nicht behandelt werden, da es ein umfangreiches Gebiet für sich darstellt. Es sollen daher nur einige Angaben darüber gemacht werden, wie die Nutzbarmachung der technischen Literatur in der Firma organisiert ist.

An abonnierten Zeitungen und Zeitschriften laufen regelmäßig ein:

rd. 20 Tageszeitungen allgemeinen und kommerziellen Inhalts,
„ 110 Fachzeitschriften technischen und kommerziellen Inhalts,
„ 10 Zeitschriften statistischen und offiziellen Inhalts,
„ 30 Hauszeitschriften technischer und unterhaltender Natur, die von befreundeten Firmen eingesandt werden.

Außer diesen Zeitschriften und Zeitungen gehen noch eine größere Zahl Zeitungen und Zeitschriften bei der Firma ein, auf die sie nicht abonniert ist.

Sämtliche Zeitungen und Zeitschriften laufen bei der Kontrollstelle der technischen Bücherei ein, woselbst sie, soweit sie abonniert sind, in einer Kartothek vermerkt und mit einem Umschlagzettel versehen werden, der die Namen der Leser enthält; s. die nebenstehende Tafel. Jeder Angestellte kann, soweit seine Berufstätigkeit mit dem Inhalt der Zeitschrift im Zusammenhang steht, auf eine Anzahl Zeitschriften „abonnieren", indem er sich beim Bibliothekar eintragen läßt.

Die wichtigsten Zeitschriften, besonders die fremdsprachigen, gehen vor dem Umlauf durch eine Vorprüfstelle, deren Leiter (ein in allen technischen und inneren Verhältnissen kundiger Ingenieur) den Text- und Anzeigenteil gründlich durchsieht. Die Artikel, Bekanntmachungen, Anzeigen, Mitteilungen, Notizen usw., die der Beachtung wert sind, werden durch Anstreichen hervorgehoben, und es werden auf dem Umschlagzettel außerdem die betreffenden Seitenzahlen hinter den Namen derjenigen Herren vermerkt, deren Aufmerksamkeit jeweils besonders auf die eine oder andere Mitteilung hingelenkt werden soll. Auf diese Weise wird eine beträchtliche Entlastung der ohnehin von den laufenden Geschäften stark beanspruchten leitenden Persönlichkeiten erreicht, vor allem bei den fremdsprachigen und weniger übersichtlich gegliederten Zeitschriften.

Die Namenliste der die Vorprüfung durchlaufenden Zeitschriften enthält zu oberst die Vorprüfstelle, dann die Leser, die in drei Hauptgruppen geteilt sind. Die beiden ersten Gruppen umfassen die Abteilungsleiter und die von ihnen mit dem Lesen der betreffenden Zeitschrift beauftragten Angestellten; in die dritte Gruppe können sich weitere Teilnehmer einschreiben lassen in gleicher Weise, wie oben erwähnt. Die leeren Linien zwischen den gedruckten Gruppen ermöglichen es dem Vorprüfer, Artikel, Notizen usw. von Fall zu Fall auch solchen maßgebenden Stellen zuzuleiten, die die Zeitschriften sonst nicht erhalten; sie ermöglichen ihm aber auch in Fällen, wo er es für nötig hält, eine Zeitschrift einem auf der Liste aufgeführten Herrn früher, als dieser sie normalerweise erhält, zuzustellen, indem er dessen Namen in eine der leeren Linien einträgt. Hinter der Namenliste befinden sich drei Datumspalten. Die beiden ersten sind für das Eingangsdatum und das Datum der Weitergabe der Zeitschrift bestimmt, die dritte für das vom Büchereileiter einzutragende Nachprüfungsdatum. In Verbindung mit einer parallel geführten Kartothek ist der Büchereileiter jederzeit in der Lage, anzugeben, wo sich eine Zeitschriftennummer befindet, ebenso ist es ihm möglich, bei etwaigen Stockungen sofort einzugreifen. Durch die gegenseitige Kontrolle der Leser ist ein prompter Umlauf erreicht worden, so daß der an sich beträchtliche Leserkreis stets mit den neuesten Nachrichten versorgt werden kann. Der Umschlagzettel enthält zu oberst noch abteilungsweise zusammengestellte Hinweise der Vorprüfstelle.

Nr. 9 **Z. d. V. d. Ing.**

vom *29. Februar 1923*

Es wird auf die nachstehenden Seiten besonders hingewiesen:

für Dieselmotoren	S. *102, 108, 111*
„ Dampfmaschinen	„ *106*
„ Dampfkessel	„
„ Pumpen und Ventilatoren	„ *119*
„ Eismaschinen	„
„ Gießerei	„ *97*
„ Werkstätte	„ *107, 113*
„ Heizungen	„
„ Allgemeines	„ *98, 99, 105, 110*

Bureau	Läuft um bei den Herren		Erhalten am	Weiter gegeben am	Kontrollstelle durchlaufen am
133	Gysi	*105*	*3. III.*	*6. III.*	*6. III.*
20	*Mayer*	*102*	*6. III.*	*6. III.*	*7. III.*
4	*Keller*	*106*	*8. III.*	*9. III.*	*9. III.*
140	*Sommer*	*107*	*9. III.*	*11 III.*	*11. III.*
44	Ruegg	*119*	*11. III.*	*13. III.*	*13. III.*
44	Walser	*113*	*13. III.*	*13. III.*	*14. III.*
134	Halter	*110*	*14. III.*	*16. III.*	*16. III.*
135	Vogt		*16. III.*	*17. III.*	*17. III.*
135	Sprüngli	*111*	*18. III.*	*20. III.*	*20. III.*
25	Brunner	*97*	*21. III.*	*21. III.*	*22. III.*
25	Huber		*22. III.*	*28. III.*	*1. IV.*
103	Wagner	*108*	*1. IV.*	*3. IV.*	*3. IV.*
71	Müller	*102*	*3. IV.*	*3. IV.*	*3. IV.*
71	Reinhart	*119*	*4. IV.*	*4. IV.*	*5. IV.*
25	*Bürgi*	*119*	*5. IV.*	*6. IV.*	*6. IV.*
101	*Walther*	*111*	*7. IV.*	*10. IV.*	*10. IV.*
109	*Oehler*	*102*	*10. IV.*	*11. IV.*	*11. IV.*
125	Bodmer		*11. IV.*	*12. IV.*	*12. IV.*
125	Jucker		*12. IV.*	*12. IV.*	*15. IV.*
45	Lehmann		*15. IV.*	*18. IV.*	*18. IV.*
115	Blatter		*18. IV.*	*18. IV.*	*18. IV.*
115	Schneider	*99*	*19. IV.*	—	*19. IV.*

Bureau	Läuft um bei den Herren		Erhalten am	Weiter gegeben am	Kontrollstelle durchlaufen am
117	Reiser		*19. IV.*	*21. IV.*	*21. IV.*
120	Boßhard	*110*	*22. IV.*	*25. IV.*	*25. IV.*
77	Spörri		*25. IV.*	*26. IV.*	*26. IV.*
77	Lienhard		*26. IV.*	*27. IV.*	*27. IV.*
111	Lüthy		*27. IV.*	*27. IV.*	*27. IV.*
112	Bossong		*27. IV.*	*28. IV.*	*28. IV.*
133	Stephan	*99*	*28. IV.*	*1. V.*	*1. V.*
135	Leuthold		*6. V.*	*8. V.*	*8. V.*
119	Groß P.		*8. V.*	*9. V.*	*9 V.*
117	Tscharner		*9. V.*	*9. V.*	*9 V.*
121	Manz	*98*	*9. V.*	*10. V.*	*10. V.*
123	Traber		*10. V.*	*12. V.*	*12. V.*
38	Heer		*13. V.*		*13. V.*
39	Hegglin		*13. V.*	*13. V.*	*13. V.*
40	Bermann		*13. V.*	*20. V.*	*20. V.*
24	Holt		*20. V.*	*20. V.*	*26. V.*
5	Faesi		*26. V.*	*29. V.*	*29. V.*
11	Frei		*30. V.*	*1. VI.*	*1. VI.*
19	Zimiker		*2 VI.*	*3. VI.*	*4. VI.*
21	Mork		*4. VI.*	*4. VI.*	*4. VI.*

Zeitschriften-Umlaufzettel der Firma Gebrüder Sulzer, Winterthur.

Die von der Vorprüfstelle eingetragenen Namen und die aus dem Umlauf sich ergebenden Daten sind in Kursivschrift eingetragen.

Durch eine Kartothek, in der die wichtigeren Aufsätze, die für die Firma von Bedeutung sind, nach Zweigen geordnet sind, ist die Vorprüfstelle in der Lage, jederzeit einen orientierenden Literaturnachweis über die hauptsächlichsten technischen Fragen zu geben.

Von den Zeitschriften werden einige in mehreren Stücken bezogen, so z. B. die Zeitschrift „Werkstatts-Technik" in zwölf Stück, die unter den Meistern in der Werkstatt und unter den Lehrlingen umlaufen.

Zur Orientierung der Vorprüfstelle über die Gebiete, für die sich die einzelnen Stellen interessieren, ist ein Sachverzeichnis zusammengestellt worden, das von Zeit zu Zeit in Umlauf gesetzt wird und in dem diejenigen Gegenstände angestrichen werden können, die für die einzelnen Herren, sei es vorübergehend oder für ständig, von Wert sind.

Neben der Orientierung über gewisse Gebiete kann die Vorprüfstelle an Hand des Sachverzeichnisses auch darum ersucht werden, über alles, was über eine bestimmte Firma erscheint, zu berichten, die Propaganda der einen oder andern Firma zu überwachen und schließlich einer bestimmten Stelle alles das mitzuteilen, was in dem einen oder andern geographischen Absatzgebiet vor sich geht. [1653]

Neuere Konstruktionsgrundsätze und Anwendungen der Knutson-Doppelwellbleche.

Von Geheimrat Prof. Dr.-Ing. e. h. M. Foerster in Dresden.

Die Knutsonschen Doppelwellbleche werden in ihren Eigenschaften gegenüber den Normalwellblechen gewürdigt und zeitliche Baumöglichkeiten mit ihnen erörtert und durch Beispiele belegt.

Bereits vor Beginn des Weltkrieges erfreuten sich die Knutsonschen Doppelbleche[1]) in Deutschland, noch erheblich mehr im Auslande, dauernd steigender Anwendung. Hervorgegangen aus dem normalen Wellblech, sei es ein flaches oder ein Trägerwellblech, durch Drehen jeder zweiten Welle nach außen, Abb. 1 bis 3, vereinigen sie gegenüber dem Normalwellblech mit größerem Widerstandsmoment und bei derselben Tragkraft vergleichsweise erheblich geringerem Gewicht eine bedeutend größere Längs- und insbesondere Seitensteifigkeit. Bei demselben Gewicht steigt infolge der doppelten Höhe, die auch den Namen „Doppelblech" rechtfertigt, ihr Widerstandsmoment um rd. 64 vH. Hierdurch wird es u. a. möglich, für dieselbe Belastung — immer wieder im Vergleich zu Normalwellblechen entsprechender, d. h. in Wellenform und Dicke angepaßter Art — Doppelbleche mit engeren Wellen, also größerer Steifigkeit zu verwenden oder größere Stützweiten bei Innehaltung der Wellenbreite zu überbauen.

Abb. 1 u. 2. Normal- und Doppelbleche (flache Wellbleche)

Abb. 3. Tripelbleche (Trägerbleche, Doppel- oder Trägerwellbleche).

Abb. 4 u. 5. Stoß der Normal- und Doppelwellbleche.

Ein ganz besonders großer Vorzug der Doppelbleche liegt, und das kann nicht genug hervorgehoben werden, zudem in der Anordnung der Stöße. Während hier die Normalwellbleche in der Regel nur im Wellenberg, d. h. in ihrem Obergurt, die höheren u. U. auch im Wellental, also im Untergurt, vernietet werden, findet jegliche Stoß- oder Anschlußnietung beim Doppelblech nur in der neutralen Zone statt, Abb. 4 und 5. Es liegt auf der Hand, daß ein Stoß beim Normalwellblech im Gurte dessen Tragfähigkeit nicht unerheblich schwächt, und zwar um so mehr, je geringer die Baubreite ist und je öfter sich demgemäß die Stöße wiederholen. Man darf nicht verkennen, daß gerade hierdurch u. U. die in der Tabelle der Normalprofil-Wellbleche (für 1 m Normalbreite) angegebenen Widerstandsmomente eine Herabminderung erfahren und eigentlich mit einer diesem Umstande Rechnung tragenden Zahl (i. M. etwa 0,8), namentlich bei den Baubreiten von 400 mm abwärts, herabgemindert werden müßten. Infolge seiner größeren Höhe und der breiteren Wellen kann das Doppelblech stets in der Mittelachse genietet werden, so daß die hierdurch eintretende Verkleinerung des Trägheits- und Widerstandsmomentes unerheblich wird, der Wellblechstoß also auch die Steifigkeit und Tragfähigkeit nicht berührt.

Derselbe Grundsatz wird auch innegehalten, wenn es sich um den Anschluß der Doppelbleche an hölzerne oder eiserne Pfetten und ähnliche Konstruktionsglieder handelt. Hierfür werden in die Doppelbleche eingreifende bügelartige Bleche benutzt, die entweder mit seitlich umgebogenen Lappen am Holz befestigt werden, Abb. 6 und 7, oder sich mittels besonderer Einschnitte gegen den Flansch der Eisenprofile lehnen, Abb. 8 bis 10, in jedem Falle aber in der Art sich in das Doppelwellblech einfügen, daß ihre Anschlußnietung in deren Neutralachse erfolgt. Im gleichen Sinn ist auch die Ausbildung des Anschlusses in Abb. 11 anzusprechen, bei der es sich um die Angliederung eines auf Biegung belasteten Doppelbleches an den Riegel einer zu verkleidenden Fachwerkwand handelt. Hier werden sinngemäß kleine 1 mm dicke gebogene Eisenbügel benutzt, die sich in ihrer Form dem Doppelblech und dem Riegel anpassen. Bei nur gering belasteten Verkleidungen mit Doppelblechen ist zudem aber auch eine einfachere Befestigung durch Flacheisenhalter, Abb. 12,

Abb. 6 u. 7. Anschluß des Doppelwellblechs an Holz.

Abb. 8 bis 10. Anschluß an Eisenprofile

Abb. 11. Anschluß eines Doppelblechs an den Riegel einer Fachwerkwand.

Zahlentafel 1.

	Dicke	Querschnitt für 1 m Breite	Widerstandsmoment für 1 m Breite	Gewicht	Profilhalbmesser
	mm	cm²	cm³	kg/m²	mm
flache *D*-Bleche 150/50	0,625	7,71	8,41	6,17	20
	0,750	9,26	10,09	7,41	
	0,875	10,80	11,78	8,64	
	1,00	12,35	13,46	9,88	
	1,25	15,43	16,82	12,35	
	1,50	18,52	20,19	14,82	
desgl. 150/75	0,625	9,81	13,84	7,65	18
	0,75	11,77	16,61	9,19	
	1,00	15,70	22,15	12,25	
	1,50	23,55	33,23	18,38	
desgl. 200/100	1,00	15,75	30,00	12,25	25
	1,25	19,69	37,50	15,30	
	1,50	23,60	45,00	18,40	
	1,75	27,50	52,60	21,40	
Träger-*D*-Bleche 200/160	1,00	21,75	65,00	18,00	25
	1,25	27,19	81,25	22,40	
	1,50	32,63	97,50	26,84	
	2,00	43,50	130,00	35,50	

[1]) Über die Maschinen zu ihrer Herstellung vergl. Z. 1914 S. 475 u. 1921 S. 1001.

um so mehr gestattet, als diese sich wegen ihrer geringen Abkröpfung bestens den Wellen anschmiegen.

Vor dem Kriege wurden in Deutschland die Knutsonschen Doppelwellbleche in erster Linie von der Vereinigten Königs- und Laurahütte, O.-S., hergestellt. Seit kurzer Zeit hat sie diesen Betrieb erneut wieder aufgenommen. Bei diesen Doppelblechen handelt es sich um Baubreiten von 6 bis 700 mm und um flache Doppelprofile (vergl. Abb. 2), bei denen $b/2\,h = 150/50$ und $150/75$ bei 0,625 bis 1,5 mm Blechdicke und $b/2h = 200/100$ bei 1 bis 1,75 mm Dicke ist und die Blechlängen 2 bis 4 m betragen, sowie um Träger-Doppelbleche, $b : h = 200 : 160$, 1 bis 2 mm dick, bis 35 m Länge und von 600 mm Baubreite. Die Querschnitte und

schem Sinne die ausgezeichnete Licht- und Schattenwirkung de in die Tiefe gehenden Bleche ein gewichtiges Wort; gerade letz tere Beziehung hat manche Architekten mit Recht zur Verwen dung der Doppelbleche veranlaßt. Für freitragende Bauten namentlich für einfache industrielle Anlagen, aber auch vorwie gend für dauernde oder vorübergehende (z. T. einfachste) Baute der Landwirtschaft kommen kreisförmige Hallen und einfach Pultdachbauten in Frage.

Die Hallen, schematisch in Abb. 15 dargestellt, werden be sonders wirtschaftlich in Halbkreisform errichtet, nachdem Ver suche ergeben haben, daß ein Bombieren der Doppelwellblech keinerlei Schwierigkeiten macht, sich sogar leichter ausführe

Abb. 12. Anschluß am Flacheisenhalter.

Abb. 13. Verkleidung einer italienischen Groß-Luftschiffhalle mit D-Blechen.

Abb. 15. Freitragendes Hallendach aus Doppelwellblech.

Abb. 19 u. 20. Ausbildung des Hauptstoßes.

Abb. 16. Lagerpunkt-Ausbildung.

Abb. 14. Innere Auskleidung einer Industriehalle mit D-Blechen.

Abb. 17 u. 18. Pultdach und Sägedach aus Wellblech.

Abb. 21. Element eines Rohrdurchlasses von 200 m Dmr. aus D-Blechen.

Widerstandsmomente für 1 m Breite (in cm-Einheit), desgleichen die Gewichte in kg/m² sowie die für die Steifigkeit besonders wertvollen Profilhalbmesser (in mm) sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Hierzu sei bemerkt, daß insbesondere das flache Doppelprofil 150/50 für sehr viele Verwendungszwecke hervorragend geeignet ist und in erster Linie Anwendung finden wird.

Die Verwendung der Knutsonschen Doppelwellbleche hat sich namentlich im Ausland, vorwiegend in England, Dänemark, Rußland und Italien, in letzter Zeit auf die Verkleidung von Eisenfachwerkbauten aller Art im Äußern und im Innern, u. a. auf Luftschiffhallen, industrielle Bauten, Abb. 13 und 14, dann aber vor allem auch auf freitragende Dachbauten ausgedehnt. Für Verkleidungszwecke spricht namentlich gegenüber dem Winddruck die große Biegungs- und Seitensteifigkeit der Bleche, die oft einen Windverband erspart, daneben in ästheti-

läßt als bei dickeren, gleich tragfähigen Normalblechen. Bei diesen sich freitragenden Doppelwellblech-Hallen spielt neben der Steifigkeit der Bleche und der Ausbildung biegesicherer Stöße vor allem die erhebliche Blechhöhe eine besonders günstige Rolle, da gerade hierdurch die Bleche in einem genieteten konsolartigen oder auch nur aus 2 ⊏-Eisen gebildeten Binderfuße besonders gut eingespannt werden. Die Einspannung am Auflager läßt sich in besonders wirkungsvoller Art durch Einschalten von einer oder zwei gleichartigen Wellblechlamellen und deren feste Vernietung mit dem Wellblechbogen und dem Lagerkörper noch erheblich steigern, Abb. 16. Hierdurch wird es möglich, in wirtschaftlichen Grenzen freitragende Wellblechbauten bis zu etwa 30 m zu erbauen, die einem entsprechenden Eisenbau mit normaler Unterkonstruktion nicht unterlegen sind. Erinnert man sich, daß für normale Wellbleche diese Grenze bei richtiger Be-

rechnung bei rd. 15 m liegt und nur unter Zulassung unerlaubt hoher Spannungen höchstens bis auf 20 m gesteigert werden konnte[1]), so erkennt man hierin wiederum den bedeutsamen Fortschritt, den die Doppelbleche im Gefolge haben.

Gleich wertvoll ist die Verwendung der Doppelbleche für freitragende Pultdächer oder die lichtundurchlässige Seite von Sägedächern. Hier sind, namentlich bei italienischen (z. T. primitiven und in ihrer Gesamtanordnung nicht einwandfreien) Ausführungen im landwirtschaftlichen und Industriebau und bis zu 6 m Stützweite sogar zwei einfache Doppelwellblechtafeln in der Mitte miteinander vernietet (!) und — oft noch oberhalb ausbetoniert — als Tragkonstruktion beim Pultdach unmittelbar auf die Trauf- bzw. Firstpfette aufgelagert, beim Sägedach in gleichem Sinne auf die (in Holz oder Eisen ausgebildete) Glaswand oder die Traufpfette gestützt worden. Abb. 17 und 18 zeigen grundsätzliche Beispiele für derartige Anlagen, während in Abb. 19 und 20 die durchaus biegesichere Art dargestellt ist, in der die Querfuge der Bleche gebildet wird.

Weiter sei noch einer ganz besonderen Anwendung der Doppelbleche im Eisenbahnbau für die Herstellung einfacher Bahndurchlässe gedacht, die in großer Anzahl vor und in der Kriegszeit u. a. auf der turkestanischen Bahn erbaut worden sind. Hier wurde ein Wellblechrohr, Abb. 21, aus bombiertem, zusammengenietetem Doppelblech verwendet, das nach seinem Einbau im Eisenbahndamm mit Beton in seiner Gerinnesohle zum Schutz gegen Rostgefahr überdeckt wurde und sich bestens bewährt hat. Wie vielgestaltig die Verwendung der Doppelbleche sonst noch in der Technik ist, möge endlich ihre, namentlich in Österreich vervollkommnete Benutzung zu eisernen Rollwänden, ihrer Anwendung zur Herstellung feuersicherer Decken (mit Betonausfüllung), die Erzeugung von sehr widerstandsfähigen hohlen Gefäßen aller Art usw. zu erkennen geben. [1565]

Neue Beiträge zur Technik und Industriegeschichte.

Sinn und Verständnis für die Bedeutung der geschichtlichen Erkenntnis auch auf dem Gebiete der Technik und Industrie sind im Wachsen. Wertvolle Beiträge in Form von Biographien, von Gesamtdarstellungen einzelner Gebiete und größerer Zeitabschnitte sowie von Einzeldarstellungen bestimmter Unternehmungen sind auch in letzter Zeit wieder erschienen und beweisen, wie erfreulich sich die Anteilnahme an Technik- und Industriegeschichte auf immer breitere Schichten ausdehnt. Aus der uns vorliegenden Literatur sei hier auf einige bemerkenswerte Erscheinungen hingewiesen.

Naturwissenschaften und Chemie.

Die geschichtliche Entwicklung der Chemie[2]) nennt Eduard Färber sein Buch, mit dem er die bedeutsame geschichtliche Literatur der Chemie bereichert. Der Verfasser stellt sich die Aufgabe, „die wichtigsten unserer heutigen Kenntnisse aus ihren einfachen Anfängen heraus dem historischen Verlaufe folgend zu entwickeln", um dann, auf den festgestellten historischen Forschungstatsachen fußend, die Fortschritte auch zu deuten und zu werten. Wesentlich für die Leser dieser Zeitschrift wird es sein, daß der Verfasser sich mit seinem Buch auch an die Nichtchemiker wendet, denn er geht nicht von der Annahme aus, daß der heutige Zustand der Chemie seinen Lesern bekannt ist, sondern er versteht es, die neuzeitigen Ergebnisse aus der geschichtlichen Darstellung zu entwickeln. So führt uns das Werk in drei Hauptabschnitten (Die Chemie als Qualitätenlehre, Die Verbindung der Qualitätenlehre mit dem physikalischen Anschauungswesen, Entwicklungen in den letzten Jahrzehnten) von den Anfängen der Chemie in Mythos und Handwerk bis zu den neuesten Errungenschaften der anorganischen, organischen, physikalischen Chemie und der Biochemie. Der wertvolle Inhalt wird durch die Art der Darstellung gehoben, und so wird das Buch weit über den Kreis der engeren Fachwelt hinaus den Freunden geschichtlicher Forschung willkommen sein.

E. O. von Lippmann, dessen tiefdringender Forschungstätigkeit wir so viele historische Arbeiten verdanken — erinnert sei hier nur an seine geschichtliche Darstellung der Zuckerindustrie und an seine vor kurzem erschienene große Geschichte der Alchemie[3]) hat unter dem Titel Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik[4]) wichtige, bisher an den verschiedensten Stellen zerstreute Arbeiten zusammengefaßt. Der Band enthält 36 kleinere und größere Abhandlungen, darunter auch die grundlegenden über die Entdeckung des Alkohols und der Mineralsäure. Sehr beachtenswert sind auch die acht Beiträge zur Geschichte der Zuckerindustrie.

Ein weiteres größeres Werk über die Geschichte der Chemie hat Prof. Dr. Richard Meyer[5]) herausgegeben. Es umfaßt die Vorlesungen, die der Verfasser auf der Braunschweiger Technischen Hochschule gehalten hat. Ein Wort Emil Fischers, das in einem Brief an den Verfasser enthalten war, dient als Motto: „Die Wissenschaft ist nichts Abstraktes, sondern als Produkt menschlicher Arbeit auch in ihrem Werdegang eng verknüpft mit der Eigenart und dem Schicksal der Personen, die sich ihr widmen." Dementsprechend sucht der Verfasser in wirkungsvoller Weise Leben und Wirken der hervorragenden Forscher seines Fachgebietes mit der Darstellung der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung zu verbinden. Auch dies Werk wird vielen Freunden der geschichtlichen Arbeit willkommen sein.

Dr. Fr. Dannemann gibt im Verlag von R. Oldenbourg in München eine Reihe von kleineren Schriften über den Werdegang der Entdeckungen und Erfindungen heraus[6]). Vom Herausgeber selbst ist das Heft 1, Die Anfänge der experimentellen Forschung und ihre Ausbreitung, verfaßt. In Heft 5 ist Die Entwicklung der chemischen Großindustrie von Dr. A. Zart behandelt. Dr. W. Roth behandelt in Heft 9 Die Entwicklung der Chemie zur Wissenschaft. In dieser Sammlung wird mit Recht auch stets auf die Arbeiten des Deutschen Museums verwiesen und, soweit dies im Rahmen der Darstellung liegt, werden die Darbietungen des Museums hierfür benutzt.

Industriegeschichte.

In das reiche Gebiet der Geschichte der Industrie im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts führt uns der soeben erschienene zweite Band der Biographie: Georgs von Siemens[7]). Große wichtige Abschnitte der Lebensarbeit dieses deutschen Industriebegründers werden in diesem Bande eingehend behandelt. Besonders wichtig für die deutsche Industriegeschichte ist das Kapitel „Der finanzielle Aufbau der deutschen Elektrizitätsindustrie". Hier erhalten wir wertvolle Darlegungen über das Zusammenarbeiten mit Werner von Siemens und Rathenau, über die Gründung der AEG, über die ersten elektrischen Lichtzentralen und über die deutsche Elektrizitätsindustrie im Auslande. Ein weiteres Kapitel schildert den Weg der Deutschen Bank zur „Industrie-Bank". Die Gründung der Mannesmannwerke und die Interessengemeinschaft mit der bergisch-märkischen Bank finden hier ihre kurze Geschichte. Der vierte Teil des Werkes behandelt die Finanzierung der deutschen Außenwirtschaft. Die Beziehungen zu Argentinien, Italien und vor allem zu Nordamerika werden in ihren geschichtlichen Zusammenhängen geschildert. Den Schluß des Bandes bilden Darlegungen über die Anfänge der deutschen Kolonialpolitik. Der dritte Band, der bereits im Druck ist, wird dann die Orientgeschäfte, besonders das große Unternehmen der Bagdadbahn, behandeln.

Einen ebenfalls sehr wertvollen Beitrag zur Wirtschaftsgeschichte der letzten Jahrzehnte bietet die Denkschrift zum 50jährigen Bestehen der Essener Kreditanstalt[8]). Das Buch gibt sehr wünschenswerten Aufschluß über die Entwicklung des deutschen Bankwesens und zeigt uns in enger Verknüpfung mit dem Werdegang der Essener Kreditanstalt, wie rheinisch-westfälische Industrie und Handel sich entwickelt haben. Es ist hier nicht möglich, auf den wertvollen Inhalt, der durch eine vorzügliche Darstellung unterstützt wird, näher einzugehen. Weit über die Bedeutung einer Festschrift hinaus finden wir wichtige Aufschlüsse über die Entwicklung unserer Wirtschaft bis zu den letzten Jahren nach dem Kriege. Das Werk, sehr gut ausgestattet, läßt nur leider die buchtechnische Behandlung insofern vermissen, als weder ausführliche Überschriften noch ein Inhaltsverzeichnis vorhanden sind. Insofern wird die Benutzung des Nachschlagewerkes sehr erschwert. Bei Arbeiten, die einen dauernden Wert für sich mit Recht beanspruchen können, sollte man auch hierauf unbedingt größeren Wert legen, als dies heute in Deutschland bei solchen Denkschriften noch geschieht.

Auch über sehr beachtenswerte Anfänge, die Geschichte der Technik und Industrie weitesten Kreisen unseres Volkes zugänglich zu machen und sie mit der Heimatkunde aufs engste zu verflechten, kann hier berichtet werden. Der Verein für Technik und Industrie in Solingen hat sich das Verdienst erworben, eine Sammlung von Schriften über die Geschichte der Solinger Industrie herauszugeben. Von dem tatkräftigen Vorsitzenden des Vereines Franz Hendrichs, der, aus altem Solinger Fabrikantengeschlecht entstammend, in seiner Heimat als Fabrikant tätig ist, sind die beiden ersten Schriften[9]) selbst verfaßt. Die eine behandelt die Schleifkotten an der Wupper. Die Arbeit führt uns ein in die reiche Vorgeschichte der Solinger Schneidwarenindustrie und macht uns dann mit einzelnen dieser Schleifwerkstätten und den Arbeiten der Schleifer selbst bekannt. Im zweiten Heft wird im besonderen der Weg gezeigt, der von der Handschmiede zur Schlägerei führt. Hier wird von dem Tischmesserschmied ausführlich berichtet. Beide Hefte sind durch eine Reihe sehr guter Bilder,

---

[1]) Vergl. Z. 1890 S. 1236. Hier wird die erlaubte Spannweite freitragender Wellblechdächer unter Innehaltung einer Spannung von 2400 kg/cm² auf < 20 m angegeben.

[2]) Dr. Eduard Färber, Die geschichtliche Entwicklung der Chemie. 312 Seiten. 4 Taf., Berlin 1921, Julius Springer.

[3]) v. Lippmann, E. O., Entstehung und Ausbreitung der Alchemie, 1920, S. 729.

[4]) v. Lippmann, E. O., Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. 314 S., 2 Abb., Berlin 1923, Julius Springer.

[5]) Meyer, Prof. Dr. R., Vorlesungen über die Geschichte der Chemie, 467 S. Leipzig 1922, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.

[6]) s. Z. 1923 S. 143.

[7]) Helfferich, Karl, Georg von Siemens. Ein Lebensbild aus Deutschlands großer Zeit, Bd. 2. 289 S. Berlin 1922, Julius Springer. Der erste Band wurde bereits in der Zeitschrift des V. d. I. 1922 S. 1018, besprochen.

[8]) Denkschrift zum 50jährigen Bestehen der Essener Kreditanstalt in Essen, bearbeitet von Dr. W. Dübritz 1922.

[9]) Hendrichs, Franz, Bd. 1. Die Schleifkotten an der Wupper. 96 S, 42 Abb. — Hendrichs, Franz, Bd. 2. Von der Handschmiede zur Schlägerei: Der Tischmesserschmied. 72 S., 34 Abb., Rheinland-Verlag zu Köln 1922.

zum Teil von Künstlerhand gezeichnet, geschmückt. Es wäre sehr zu wünschen, wenn diese ausgezeichneten Schriften gerade auch in der Arbeiterschaft und in unsern Fortbildungsschulen weiten Eingang fänden. Der Absatz des ersten Heftes läßt diesen Wunsch für die Solinger Gegend schon als erfüllt bezeichnen. Die Arbeit verdient die Aufmerksamkeit anderer industrieller Bezirke, weil es sehr wünschenswert wäre, wenn man auch an andern Orten in ähnlicher Weise für unser Volk geschriebene kurze Biographien der bodenständigen Industrie schaffen könnte. Die vorliegenden Schriften können als Musterbeispiele, wie hier vorzugehen ist, angesehen werden.

Von 40 Jahren erfolgreichen Schaffens der New Yorker Edison Gesellschaft[1]) weiß T. C. Martin ansprechend zu erzählen. Ohne den Anspruch zu machen, eine Geschichte der elektrotechnischen Entwicklung zu geben, reiht das Buch fesselnde Erinnerungen aus der Jugendzeit des elektrischen Lichtes und der ersten Zentralen aneinander und läßt uns in enger Verknüpfung mit dem Wirken Edisons und seiner Mitarbeiter erkennen, welch große Schwierigkeiten auch hier durch menschlichen Scharfsinn nach und nach überwunden werden mußten. Zahlreiche gute Abbildungen unterstützen diesen Abschnitt aus der Geschichte menschlicher Pionierarbeit.

The Iron Man in Industry[2]) nennt sich eine glänzend geschriebene Studie über neuzeitige Industrieprobleme, vor die die vorgeschrittenen Industriestaaten in erster Linie durch die sich immer weiter ausdehnende Mechanisierung infolge der Anwendung selbsttätiger Maschinen gestellt sehen. Mitten im praktischen Leben stehend, versteht der Verfasser, von großen Gesichtspunkten aus eines der bedeutendsten Kapitel neuzeitiger Industrieentwicklung zu schildern. Und wenn auch die Darstellung amerikanischer Verhältnisse zu Grunde gelegt ist, so ist es doch leicht, die wertvollen Ergebnisse der packend geschilderten Entwicklung auch auf unsere Verhältnisse zu übertragen. Der Einfluß der fortschreitenden Technik auf das soziale Zusammenwirken der Menschen in den verschiedenen Arbeitsgemeinschaften, in Gemeinde und Staat, wird dargelegt und die Folgerungen für die Zukunft aus den heutigen Ergebnissen gezogen. Auch auf die ethische und religiöse Seite der Frage geht der Verfasser näher ein in seinem Buch, das man auch „Der Mensch und die Maschine“ benennen könnte. Es wird in Deutschland viele Ingenieure, Wirtschaftler und Erzieher geben, die gerade dieses Buch zu fruchtbarem Nachdenken anregen kann.

Wertvolle Beiträge zur technischen und industriellen Entwicklung des Fernsprechwesens in Amerika bietet die Biographie Theodore N. Vail (geb. 1845, gest. 1920)[3]). Der Verfasser erzählt in volkstümlich ansprechender Weise, liebevoll auf die menschlichen Schicksale eingehend, von einem der besonders erfolgreichen Pioniere dieses uns heute unentbehrlichen Verkehrsmittels. Man sagt wohl in Amerika, Bell habe das Telephon, Vail aber das Telephongeschäft geschaffen, und daß dies einen ganzen Mann erforderte, zeigt die riesige Bedeutung, die besonders auch in den Vereinigten Staaten die großen Telephonunternehmungen sich erworben haben.

Bergbau.

Dem Archiv für Rheinisch-Westfälische Wirtschaftsgeschichte verdanken wir einen neuen Beitrag zur deutschen Wirtschaftsgeschichte. Dr. H. Kruse hat die Herausgabe deutscher Briefe aus Mexiko[4]) durch eine ausführliche Arbeit über die Geschichte des deutsch-amerikanischen Bergwerksvereines 1824 bis 1838 eingeleitet. Wir ersehen hieraus, mit welcher Tatkraft und zugleich mit welchem Optimismus man sich zu einer Zeit, als von einer rheinisch-westfälischen Industrie in unserem Sinne noch keine Rede war, der Aufgabe widmete, in ähnlicher Weise, wie es Holland und England mit so großem Erfolg getan hatten, durch gewinnbringende Arbeit im Ausland Reichtum zu erwerben. Das materielle Ergebnis war der Verlust des auf das Unternehmen aufgewendeten Kapitals, das beim Deutsch-Amerikanischen Bergwerksverein 1½, bei der auch damals gegründeten rheinisch-westindischen Compagnie 1¾ Millionen Taler betrug. Immerhin zeigt gerade die vorliegende Arbeit, wie stark schon damals der Unternehmungsgeist deutscher Kaufleute und deutscher Männer der Technik nach Betätigung im Großen drängte. Dieser Geist des Wagemutes sollte dann auf eigenem Boden die Werte finden, die man sich von Mexiko versprochen hatte. Für den, der in diese Zeitverhältnisse näher eindringen will, bieten die im Geist der damaligen Biedermeierzeit oft sehr ausführlich und oft auch sehr gefühlvoll gehaltenen Briefe manch Schätzenswertes.

Das große geschichtliche Interesse, das heute in immer weitere Kreise dringt, wendet sich mit Vorliebe auch der geschichtlichen Erforschung der Vorzeit zu. Man könnte beinahe glauben, daß man sich in der heutigen traurigen Gegenwart besonders weit in die Vergangenheit zurückzuziehen sucht. Eine Schriftenfolge, die den Titel „Vorzeit“ führt, gibt Prof. Hans Hahne heraus[5]). „Die Vorzeit“ setzt es sich zur Aufgabe, Grundlagen, die maßgeblichen Methoden, die Bausteine und Bauteile dieser Wissenschaft zu sammeln, damit hierauf aufbauend das Wissen von der Vorzeit planmäßig gefördert werden kann. Der erste Band, der mit außergewöhnlicher Gründlichkeit unter Benutzung von 351 Abbildungen Entstehung, Bedeutung und Verbreitung des Hakenkreuzes behandelt, stellt ein interessantes Kapitel aus der Geschichte der menschlichen Symbole dar. Der zweite Band, auf den es in dieser Übersicht in erster Linie ankommt, gibt eine sehr wertvolle geschichtliche Darstellung des vorzeitlichen Bergbaues auf Feuerstein, Kupfer, Zinn und Salz in Europa. Von vielen guten Abbildungen unterstützt versteht der Verfasser, ohne Vollständigkeit zu beanspruchen, ein anschauliches Bild von der Arbeit des ältesten Bergbaues zu geben. Wir lernen den Grubenbau, die Gewinnungsarbeiten und die Werkzeuge kennen und sehen, wie auf diesem bedeutsamen Gebiet der Rohstoffgewinnung die Menschen sehr früh gezwungen werden, die Grundlagen zu schaffen, auf denen die folgenden Geschlechter weiter bauen konnten.

Für die Geschichte der Technik hat auch Schweden sehr wertvolle Beiträge geliefert, vor allem dank seinem alten Bergbau und seinen vorzüglichen Leistungen in der alten Eisenindustrie. Der Professor der Stockholmer Hochschule Sven Tunberg kann den ersten Band seiner vorbereitenden Untersuchungen über die Geschichte von Stora Kopparbergs Bergslag[6]) vorlegen, der am Schluß auch eine kurze Zusammenfassung in deutscher Sprache enthält. Der erste Abschnitt des in geradezu vorbildlicher Weise ausgestatteten Buches, was für Deutschland wohl für längere Zeit kaum erreichbar sein wird, handelt von der Entstehung des schwedischen Bergbaues. Während die ältere schwedische Forschung der Meinung war, daß der Bergbau Schwedens auf uralte Zeiten zurückgriffe, ist man heute auf Grund der neueren Untersuchungen doch zu der Überzeugung gekommen, daß der schwedische Bergbau unter Deutschlands Einfluß entstanden ist nach der Bekehrung der Schweden zum Christentum. Der Silberbergbau Schwedens geht bis auf das Ende des 12. Jahrhunderts zurück, und die schwedische Maßeinheit für Eisen (Osmund) war schon um die Mitte des 13. Jahrhunderts weit bekannt. Im Großen aber beginnt der schwedische Bergbau am Ende des 13. Jahrhunderts. Der deutsche Bergbau hat besonders auch durch die berühmten Bergwerke des Rammelsberges im Harz Einfluß ausgeübt, der sich in erster Linie auf das berühmte Kupferbergwerk Falun erstreckte. Der vorliegende Band gibt dann ferner noch eine sehr gute Übersicht der historischen Literatur. Sehr wertvoll sind auch die dem Buch beigegebenen ausgezeichneten Bilder und Bildnisse der um die Entwicklung bemühten Männer. Aus der neuesten Zeit finden wir hier das Bildnis von Carl Sahlin, dem um den schwedischen Bergbau und vor allem um die Geschichte der Technik und Industrie in Schweden hochverdienten Bergwerksdirektor, dem seine Freunde und Kollegen zum 60sten Geburtstag ein großes umfangreiches geschichtliches Bergmannsbuch[7]) gewidmet haben, das am Schluß uns auch eine Aufführung der zahlreichen wertvollen Arbeiten Sahlins gibt. Der Inhalt des Buches umfaßt 25 verschiedene Abhandlungen aus der schwedischen Geschichte des Berg- und Hüttenwesens. Viele namhafte Verfasser haben hieran mitgearbeitet. Es würde zu weit führen, an dieser Stelle auf Einzelheiten des wertvollen Buches näher einzugehen. Die Aufsätze behandeln die verschiedensten Gebiete des Berg- und Hüttenwesens. Es sei hier hingewiesen auf eine sehr wertvolle Arbeit über das Walzverfahren vergangener Zeiten, die durch viele Abbildungen alter Walzwerke ergänzt wird. Die Beziehungen der schwedischen Industrie zu den Niederlanden behandelt ein Aufsatz über die Geschichte der Wallonereinwanderung. Wir finden auch einen Beitrag über einen der berühmtesten schwedischen Büchsenmacher des 16. Jahrhunderts usw. Jeder, der sich mit der Geschichte der Technik und Industrie befaßt, und der in der Lage ist, die Schwierigkeiten der Sprache zu überwinden, wird gerade diesem Werke wertvolle Anregungen entnehmen.

Jedenfalls zeigt diese kurze Übersicht über Neuerscheinungen, die auf Vollständigkeit naturgemäß keinen Anspruch machen kann, schon, daß man in steigendem Maße heute daran denkt, auch an der großen Geschichte der Technik und Industrie weiter zu arbeiten.

C. Matschoß.

---

[1]) Forty Years of Edison Service 1832 bis 1922. Press of the New York Edison Company 1922. 181 S.

[2]) The Iron Man in Industry. An Outline of the social Significance of automatic Machinery by Arthur Pound, Boston 1922. The Atlantic Monthly Press. 230 S.

[3]) In One Man's Life. Being Chapters from the Personal and Business Caraer of Theodore N. Vail by Bigslow Paine, Harper & Brothers, New York and London 1921.

[4]) Kruse, Dr. H, Deutsche Briefe aus Mexiko, mit einer Geschichte des Deutsch-Amerikanischen Bergwerksvereins 1824 bis 1838, 304 S. Essen 1923, G. D. Baedeker.

[5]) Vorzeit, Nachweise und Zusammenfassungen aus dem Arbeitsgebiete der Vorgeschichtsforschung von Prof. Hans Hahne, Verlag von Curt Kabitzsch. Bd 1: Jörg Lechler, Vom Hakenkreuz. 1921. Bd. 2: Dr. Julius Andree, Bergbau in der Vorzeit. 206 Abb. G. Z. 3. Leipzig 1922.

[6]) Tunberg, Sven, Stora Kopparbergets Historia, Almqvist & Wiksells Boktryckeri A. B. Upsala 1922. 195 S.

[7]) En Bergsbok till Carl Sahlin, Stockholm 1921. 290 S. In diesem Zusammenhang sei auch noch auf zwei wertvolle Sonderabdrucke hingewiesen. Der eine handelt von dem Grubenfeld von Dannemora (Vorträge und Aufsätze, die in der technischen Zeitschrift Chemie und Bergbau, Heft 11, 1918 erschienen sind), und der zweite ist eine Schrift von Alf Grabe über die alte schwedische Herstellungsweise schmiedbaren Eisens unmittelbar aus den Erzen (Osmund).

RUNDSCHAU.

Luftfahrt.

Französisches Metallflugzeug.

Ein neues Metallflugzeug mit vier Motoren, Bauart Henry-Paul, ıt die Firma Schneider in Harfleur (Frankreich) hergestellt[1]). Nach nsicht dieser Firma werden die Holzflugzeuge in verhältnismäßig ırzer Zeit durch solche aus Metall ersetzt werden, da die Schwierig- ıiten, welche bisher der Verwendung des Metalles entgegenstanden, undsätzlich gelöst sind. Nur der Ersatz der Leinenbespannung durch

Abb. 1 und 2. Französisches Metallflugzeug, Bauart Henry-Paul.

lech bleibt noch schwierig. Die Hauptvorteile von Metall gegenüber Iolz sind größere Gleichmäßigkeit, Unempfindlichkeit gegenüber Einlüssen der Witterung, Gewichtersparnis, längere Lebensdauer und vor llem die Möglichkeit, größere Vorräte von Flugzeugen und Flugzeugeilen für den Kriegsfall aufzubewahren.

Abb. 3 bis 8. Flügelholme.

1) „Le Génie Civil", 2. Dezember 1922.

Die Hauptabmessungen des nach den Bestimmungen des Service Technique als Nachtbombenflugzeug gebauten Flugzeuges sind aus Abb. 1 und 2 zu entnehmen. Weitere Angaben sind:

Flügelinhalt	220 m²
Motoren: 4 Lorraine-Diétrich zu 370/400 PS	
Gewicht des Flugwerkes	4 000 kg
„ der Kraftanlage	2 500 „
„ des Brennstoffvorrats	1 700 „
Nutzlast	1 820 „
Gesamtgewicht	10 020 kg

Anlaufstrecke	300 m
berechnete Höchstgeschwindigkeit in 2000 m Höhe	150 km/h
„ Landegeschwindigkeit	40 km/h
„ Steigzeit 13 min bis zu 2000 m Höhe	
„ Gipfelhöhe	5000 m
„ Flugweite	750 km

Die Flügelholme, Abb. 3 bis 8, bestehen aus Chromnickelstahl, die Flügelrippen aus Duraluminfachwerk. Die Flügel sind vorn bis zum Vorderholm mit Blech bekleidet und im übrigen mit Stoff bespannt. Das Rumpffachwerk ist in der üblichen Weise aus Stahl und Duraluminrohren erbaut und mit Draht verspannt. Die Knotenpunkte sind dabei aus Stahlblech genietet. Der Rumpf trägt im hinteren Teil bis zum Führersitz Stoffbespannung und ist vorn mit Leichtmetallblechen bekleidet. Die Federung des Fahrgestelles ist in einen ballonförmigen Körper eingeschlossen, Abb. 9. Die Benzinbehälter sind nach dem Vorbild des Staakener Riesenflugzeuges[1]) im Rumpf zu beiden Seiten eines

Abb. 9. Federung des Fahrgestelles.

Mittelganges an Metallbändern aufgehängt. Das Flugzeug zeigt überhaupt in seinem ganzen Aufbau, in der Seitenansicht des Fahrgestells und in der Form der Holmgitterstreben sehr stark die aus Arbeiten der Zeppelinwerke bekannten Merkmale.

An einem im Maßstab 1 : 30 verkleinerten Modell des ganzen Flugzeuges hat das Eiffelsche aerodynamische Laboratorium Widerstandmessungen ausgeführt. Bei den Probebelastungen haben die Flügel fünffache Baubeanspruchung ausgehalten, ohne zu brechen; das Fahrgestell hat fünffache Sicherheit, und das Arbeitsvermögen der Abfederung entspricht einer Fallhöhe von 1 m des voll beladenen Flugzeuges. Die Belastung des Leitwerkes wurde mit dem 3,5fachen der größten Drücke auf die Flügel angenommen.

Die Firma Schneider hat zwei Flugzeuge ähnlicher Bauart als Kanonenflugzeuge mit 75 mm-Geschützen in Bau. [1686]

Landverkehr.

Französischer Brennstoffwettbewerb für Kraftwagen.

Der französische Automobil-Club hält im Laufe des nächsten Monats mit Unterstützung des Ministeriums für öffentliche Arbeiten in Toulouse einen Brennstoffwettbewerb für Lastkraftwagen ab, zu dem folgende Arten von Kraftwagen zugelassen werden:

1. Benzinwagen, die für Betrieb mit spiritushaltigem Brennstoff eingerichtet sind,
2. Fahrzeuge für Betrieb mit Schweröl oder Pflanzenöl aus den Kolonien,
3. elektrische Fahrzeuge mit Akkumulatorenbatterie,
4. Sauggas-Kraftwagen für Holz- oder Holzkohlenbetrieb,
5. Dampfwagen, die mit andern Brennstoffen als Kohlen oder Koks beheizt werden.

Daß der Wettbewerb auch auf elektrisch betriebene Wagen ausgedehnt worden ist, erklärt sich daraus, daß solche Kraftwagen neuerdings in Frankreich mit Rücksicht auf die Ausdehnung der elektrischen Kraftversorgung in ländlichen Gebieten von mehreren Fabriken gebaut werden. Die wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Kraftwagenbrennstoffe, insbesondere der synthetischen Herstellung von

1) s. Z. 1921 S. 591.

Benzin und von Brennölen, werden von Prof. Sabathier und Prof. Mailhe in Toulouse fortgeführt, und die Bedeutung dieser Arbeiten hat die Fakultät für Wissenschaften in Montpellier veranlaßt, ein eigenes Institut für flüssige Brennstoffe einzurichten. („The Engineer" 6. April 1923) [M 383]

Ein neuer Straßenbahn-Motorwagen.

In Paris ist ein neuer zweiachsiger Straßenbahnwagen in Betrieb genommen worden, der eine eigenartige Anordnung der Motoren aufweist. Der Radstand beträgt 3,60 m. Der Wagen kann bei 11,5 t Gewicht 49 Fahrgäste aufnehmen. Der Wagenkasten ist durch Doppeltüren in der Mitte zugänglich.

Die Anordnung eines der beiden 45pferdigen Motoren zeigen Abb. 10 und 11. Der Motor *a* sitzt fest an zwei mittleren Längsträgern des Rahmens. Der Antrieb wird durch eine Cardanwelle *b* über die in dem Gehäuse *c* eingeschlossenen, aus Chromnickelstahl geschnittenen Kegelräder auf die Achse übertragen. Das Gehäuse *c* enthält auch die Achslager und ist zur Übertragung der Zugkraft durch Stangen *d* mit dem Rahmen verbunden. Die Räder des Getriebes laufen dauernd in Öl, das auch zum Schmieren der Achslager benutzt wird, so daß besondere Schmiergefäße hierfür fortfallen.

Der Rahmen ruht auf den Achsen mittels stärkerer Blattfedern *e* und leichter durchzubiegender Schraubenfedern; die Durchbiegung der gesamten Federung beträgt 10 mm/t. Zum Auffangen seitlicher Achsstöße dienen die Doppelwangen *f*, die die genannten Schraubenfedern umfassen und, selbst nachgiebig aus Blattfedern hergestellt, die Federn mit dem Rahmen verbinden. Besondere Druckplatten begrenzen ihre Durchbiegung in der Wagerechten auf 20 mm. Die Stoßkraft, die der größten Formänderung der Doppelwangen entspricht, beträgt 3 t. Diese Art der Aufhängung, die keine besondere Einfügung von Gelenken verlangt, ist frei von jeder Reibung.

Z23/161

Abb. 10 und 11.
Neue Motoranordnung an einem zweiachsigen Straßenbahnwagen.

Eine weitere Neuerung für Straßenbahnwagen ist die Anordnung der Bremse *g* auf der Cardanwelle, ebenso wie die ganze Motoranordnung dem Kraftwagenbau entnommen. Die Bremse wird leicht von Hand oder durch einen Druckluftzylinder betätigt, der wesentlich kleiner sein darf, als bei Wirkung der Bremsbacken auf die Wagenräder erforderlich wäre.

Der Hauptvorzug der neuen Wagen besteht in dem verhältnismäßig kleinen Leergewicht. Das geringere Gewicht bedingt eine geringere Abnutzung des Oberbaues und der Räder sowie eine Verminderung des Stromverbrauchs. Es ist ausgerechnet worden, daß, wenn alle augenblicklich in Betrieb befindlichen Wagen der Pariser Straßenbahn durch die neuen Wagen ersetzt würden, im Jahr eine Gesamtersparnis von 9 Mill. kWh erzielt werden könnte. („Le Génie Civil" 18. November 1922) [1674] Sd.

Die Elektrisierung der schlesischen Gebirgsbahnen.

Nach einem Bericht in der ETZ vom 22. Februar 1923 steht die Aufnahme des elektrischen Betriebes auf der Strecke Hirschberg-Grünthal der schlesischen Gebirgsbahnen dicht bevor. Hiermit ist vorläufig der ursprüngliche Elektrisierungsplan der Reichsbahn in Schlesien ausgeführt, da auf der bisher noch nicht elektrisch betriebenen Strecke Hirschberg-Schmiedeberg-Landeshut wegen ihres geringen Verkehrs vorläufig der Dampfbetrieb aufrechterhalten bleibt. Auf der Hauptstrecke von Lauban nach Görlitz soll die elektrische Zugförderung noch im Sommer dieses Jahres aufgenommen werden. Auf den bereits elektrisch betriebenen Strecken konnte bisher die elektrische Zugförderung noch immer nur zum Teil durchgeführt werden, da zurzeit nur acht elektrische Personenzug- und 19 elektrische Güterzuglokomotiven neben 10 Triebwagen zur Verfügung standen, so daß die Personenzüge nur zur Hälfte, die Güterzüge sogar nur zu 40 vH elektrisch angetrieben werden konnten. Man hofft aber, noch in diesem Jahre den Betrieb voll aufnehmen zu können. [M 385] Sd.

Schiffs- und Seewesen.

Der Flugzeug-Schnelldampfer.

Wenn in England ungewöhnliche Schiffsentwürfe ausgearbeitet werden, entsprechen sie gewöhnlich einem tatsächlich vorliegenden Bedürfnis. Das Flugzeugmutterschiff, das eine Reihe von Flugzeugen an den Feind führt und jenen dann als Flugplatz dient, ist heute ein wichtiges Glied im Verband einer Kriegsflotte geworden, nachdem man festgestellt hat, daß sich Großkampfschiffe durch Bomben vernichten lassen. Die Vorzüge eines Schnelldampfers, der für seine friedlichen Zwecke etwa 20 Flugzeuge mit sich führt, um Fahrgäste oder Post auf See beliebig aufnehmen und abgeben zu können und damit die Beförderzeit wesentlich abkürzt, sind erst kürzlich durch den Chefkonstrukteur der englischen Kriegsmarine Sir Eustace T. d'Eyncourt entdeckt und in der Institution of Naval Architects am 21. März den Fachkreisen bekanntgegeben worden.

Sir Eustace schlägt ein Schiff vor von 183 m Länge zwischen den Loten, 172 m Länge der Flugdecks, 19,8 m Raumtiefe bis zum Flugdeck, 16,8 m Seitenhöhe bis zum Hauptdeck, 22 400 t Verdrängung bei 8 m Tiefgang, 1500 t Ladung, 2500 t Brennstoff, 1250 Fahrgäste, 460 Mann Besatzung, 21 Kn Geschwindigkeit bei 30 000 und 24 Kn bei 40 000 bis 45 000 Wellen-PS. Sein Entwurf ähnelt im Außern dem englischen Flugzeugmutterschiff „Eagle", das ein glattes, über die ganze Schiffslänge reichendes Flugdeck führt. Die Schornsteine liegen im Hinterschiff wagerecht unter dem Flugdeck. Damit die Rauchleitung kurz gehalten wird, soll die Kesselanlage hinter die Maschinenanlage gelegt werden. Ihres leichten Gewichtes wegen sind Wasserrohrkessel und Getriebeturbinen in Aussicht genommen.

Einschließlich des Flugdecks sind acht Decks vorgesehen, deren Einrichtungen denen eines mit feinem Geschmack für verwöhnte Fahrgäste eingerichteten Schnelldampfers entsprechen sollen. Die Frage welche Fahrgastklassen eingerichtet werden sollen, läßt Sir Eustace offen. Wert legt er auf ein vorzüglich ausgestattetes Schiff, das seinen zahlungsfähigen Gästen zu jeder Zeit einen Ausflug ermöglicht. Es soll vier Laderäume erhalten, zwei von 4570 und 3320 m³ Rauminhalt für Flugzeuge und zwei weitere von 765 und 2200 m³ Rauminhalt für Gepäck.

Als Begründung für die Daseinsberechtigung eines solchen Schiffes führt Sir Eustace keineswegs die französische Vorherrschaft vor England in der Luft an, sondern er sagt ausdrücklich, der Vorschlag des englischen Marineamtes bezwecke den Bau eines brauchbaren Handelsschiffes und nicht den eines Hilfsschiffes der Kriegsflotte. Noch zu erwähnen ist die bei englischen Kriegschiffen gebräuchliche bulge-Form des Entwurfes, die nach Sir Eustace in diesem Fall als Schutz gegen Zusammenstöße mit Eisbergen dienen soll. Der friedliche Zweck des Schiffes wird hiermit nach jeder Richtung hin etwas auffällig bewiesen. [M 382] Dr. W. Schmidt.

Stapellauf des Dampfers „Aachen".

Auf der Werft der Joh. C. Tecklenborg A.-G. lief am 20. März 1923 der erste der beiden neuzeitlichen Frachtdampfer, die der Norddeutsche Lloyd der Werft nach dem Krieg in Auftrag gegeben hat, glücklich vom Stapel und erhielt den Namen „Aachen". Das Schiff hat 137,44 m Länge, 17,14 m Breite, 10,01 m Seitenhöhe und etwa 9500 t Tragfähigkeit. „Aachen" ist als Volldecker mit zwei durchlaufenden Decks nach den Vorschriften des Germanischen Lloyds für dessen höchste Klasse gebaut. In einem der beiden auf dem 40 m langen Brückendeck aufgebauten Deckhäuser sind Kammern für 12 Fahrgäste untergebracht. Zum Laden und Löschen über sechs Ladeluken dienen 17 Ladebäume für 5 bezw. 10 t an zwei Pfahlmasten und vier Ladepfosten, außerdem ist am Fockmast ein Ladebaum von 30 t Tragfähigkeit vorgesehen. Der Dampfer wird mit drahtloser Telegraphie, Unterwasserschallanlage, elektrischer Lichtanlage, Kühlanlage und sonstigen der Neuzeit entsprechenden Einrichtungen ausgestattet und erhält eine Dreifach-Expansionsmaschine von etwa 3200 PS_i Leistung. Den Dampf liefern drei mit künstlichem Zug arbeitende Kessel von 825 m² Heizfläche. Diese Anlage sichert 12 Kn Geschwindigkeit im beladenen Zustande. [M 378]

Heben eines gesunkenen Frachtdampfers.

Der Frachtdampfer „Iro" von rd. 2500 B.-R.-T. Raumgehalt ist im Hafen von Saloniki auf eine beachtenswerte Art von der Ocean Salvage & Towage Co. Ltd. gehoben worden. Das Schiff hatte am 21. Mai 1922 an der Ostmole von Saloniki Heu geladen und wartete auf Bunkerkohlen, als die Heuladung in Brand geriet. Da Löschversuche keinen Erfolg hatten, wurde das Schiff versenkt. Hierzu wurden die Bodenventile geöffnet und drei Löcher mit Azetylen in die Außenhaut geschnitten. Der Dampfer sank auf 6,5 bis 11 m Tiefe, wobei sein Hauptdeck vollkommen überflutet wurde.

Gehoben wurde das Schiff von zwei Dampfern der genannten Bergungsgesellschaft. Hierbei wurde eine hölzerne Spundwand rings am Schanzkleid angebracht, die im Hinterschiff aus 6 cm und im tiefer liegenden Vorderschiff aus 7,5 cm dicken Holzplanken angefertigt und mit Balken von 15 × 15 und 20 × 20 cm² Querschnitt hinreichend versteift wurde. Um das Kalfatern zu erleichtern, wurden die einzelnen Planken gut ausgerichtet und sauber miteinander verbunden. Diese Arbeit wurde von Tauchern ausgeführt.

Nachdem ein Versuch ergeben hatte, daß die Spundwand dicht war, wurde das Schiff ausgepumpt. Hierbei ergab sich eine Schlagseite von 9°, die durch übergegangene Ladung und Bilgewasser hervorgerufen wurde. Rauhe See und giftige Gase, die infolge der Zersetzung der Heuladung entstanden, erschwerten die Arbeit. (Shipbuilding and Shipping Record 15. März 1923) [M 392] W. S.

Maschinenteile.

Schnellkupplung für Muffenrohre.

Zu dem auf S. 280 erschienenen Artikel über Schnellkupplungen werden wir von der herstellenden Firma: Rohrleitungsbau Phoenix G. m. b. H., Berlin-Mariendorf, darauf aufmerksam gemacht, daß die veröffentlichten Abbildungen, die wir dem Zentralblatt der Bauverwaltung entnommen haben, Patentzeichnungen darstellen, die sich von der endgültigen Gestaltung, Abb. 12 und 13, erheblich unterscheiden.

Abb. 12 und 13. Ausgeführte Phoenix-Schnellkupplung für Muffenrohre.

Schnellkupplungen mit eingeschobener Hülse für Muffenrohre werden schon seit längerer Zeit überhaupt nicht mehr hergestellt. Da die etwas vorstehenden Keilbügel besondere Rippenverstärkungen tragen, ist auch ein Bruch unter normalen Verhältnissen nicht zu befürchten. Aus den uns zugesandten Gutachten entnehmen wir, daß die Kupplungen sich im Betriebe recht gut bewährt haben. Versuche, bei denen die Verbindungen einem Probedruck bis zu 20 at unterworfen worden waren, haben gezeigt, daß die Schnellkupplungs-Stahlrohre mit höheren Drücken als 10 at beansprucht werden können. Die Bergwerksverwaltung Gelsenkirchen hat Schnellkupplungsrohre rd. 500 m unter Tage eingebaut und durch Wasser beansprucht, das von über Tage zugeführt wird, was etwa einem Betriebsdruck von 40 bis 50 at entspricht, ohne daß die Rohre irgend welchen Schaden genommen hätten. Da die Kupplungen auf normale Gasrohre aufgeschraubt, auf normale Stahl- und Blechrohre aufgeschweißt werden, ist es möglich, die handelsüblichen Rohrsorten ohne besondere Zurichtung zu verwenden. Als besonderer Vorteil wird noch neben dem schnellen Zusammensetzen und Auseinandernehmen der Leitungen durch wenige und ungelernte Arbeiter hervorgehoben, daß es mit Hilfe elastischer Dichtungseinsätze möglich ist, die Rohre zu winkeln[1]). [M 386] Sd.

Materialkunde.

Das Verhalten von Metallen bei höheren Temperaturen.

Die englische Zeitschrift „Engineering" vom 3. November 1922 bringt eine beachtenswerte Zusammenstellung von Beobachtungen über das Verhalten von Nichteisenmetallen bei hohen Temperaturen. Es handelt sich dabei um Metalle, die für die Ausrüstung von Kesseln, für Turbinenschaufeln, Teile von Rauchgasvorwärmern, Überhitzern usw. gebraucht werden. Der Bericht erstreckt sich auf Kupfer, Aluminium, Messing, Bronze und einige Kupfer-Nickel-Legierungen.

Die Zerreißfestigkeit von gewalztem Kupfer bei gewöhnlicher Temperatur ist mit 26,8 kg/mm² um etwa 4,7 kg/mm² höher als beim geglühten Kupfer. Bei 200° C ist die Zerreißfestigkeit um rd. 5 kg/mm² beim gewalzten und um rd. 6 kg/mm² beim geglühten Kupfer gefallen. Bei 500° C beträgt die Festigkeit von gewalztem Kupfer etwas mehr als ⅓ und von geglühtem Kupfer etwas weniger als ⅓ des Wertes bei gewöhnlicher Temperatur. Zwischen 600 und 700° C liegt die sogenannte „Erholungstemperatur" (temperature of recuperation), d. h. in diesem Punkte hört das rasche Abfallen der Festigkeit mit steigender Temperatur auf, und es beginnt ein allmähliches Fallen, das sich bis nahe an den Schmelzpunkt fortsetzt.

Die Bildsamkeit (Duktilität) des Kupfers nimmt nicht, wie man erwarten sollte, mit wachsender Temperatur zu, sondern fällt zunächst bis etwa 600° C. Dann steigt sie jedoch rasch und erreicht bei 100° C unter dem Schmelzpunkt einen Dehnungswert von rd. 75 vH.

Die meisten reinen Metalle und eine Anzahl einfacher Legierungen zeigen ein ähnliches Verhalten wie Kupfer. Die Bruchfestigkeit von Aluminium, die bei normaler Temperatur 14,2 kg/mm² beträgt, fällt mit der Temperatur, bis sie bei der Erholungstemperatur von 400° C nur noch 1,6 kg/mm² ausmacht. Die Dehnung ändert sich bis zur Erholungstemperatur wenig, nimmt dann rasch zu und beträgt bei 600° C 75 vH.

[1]) s. a. Maschinenbau vom 21. Februar 1923 S. G 119.

Die Eigenschaften des Messings bei starker Erhitzung sind sehr abhängig von seiner Zusammensetzung. Messing mit 70 vH Kupfer und 30 vH Zink zeigt ein Abfallen der Bruchfestigkeit und der Dehnung bis ungefähr 450° C, was der bekannten Sprödigkeit dieser Legierungen bei hohen Temperaturen entspricht. Bei keiner höheren Temperatur nähert sich die Dehnung der bei normaler Temperatur erreichten.

Die Bronzen verhalten sich dem Messing ganz ähnlich. Die Bruchfestigkeit fällt rasch bei nur mäßigen Temperaturen, und die Dehnung ändert sich ähnlich wie bei Messing, ist jedoch auch hier stark abhängig von der Zusammensetzung der Bronze.

Sehr wertvolle Eigenschaften zeigen einige Kupfer-Nickel-Legierungen bei hohen Temperaturen. Z. B. ist eine solche Legierung mit 80 vH Kupfergehalt bis zu 500° C noch recht fest und dehnbar und zeigt tatsächlich ebenso günstige Versuchswerte wie Marinekanonenbronze bei gewöhnlicher Temperatur. Ist der Nickelgehalt geringer, beträgt er z. B. nur 10 oder 12 vH, so liegt die höchste sichere Anwendungstemperatur bei rd. 400° C. Die Bruchfestigkeit beträgt hier 15,7 kg/mm², die Dehnung rd. 30 vH. Auch Monelmetall, das seiner Zusammensetzung nach unter diese Legierungen gehört, zeigt vorzügliche Eigenschaften bei höheren Temperaturen. Bei 400° C beträgt die Bruchfestigkeit 31,5 kg/mm² und die Dehnung rd. 10 vH[2]).

Die anschaulichen Schaubilder des Verlaufes der Festigkeit, Dehnung und Brinellhärte der verschiedenen Legierungen bei zunehmender Temperatur, die H. C. Dews im „Engineering" bringt, gibt die Zeitschrift für Metallkunde im Aprilheft 1923 wieder, worauf an dieser Stelle hingewiesen sei. [M 388]

Einfluß von Traßmehl und andern Mehlen auf Zementmörtel und Beton.

Im Forschungsheft 261[3]) berichtet O. Graf über Versuche mit Traßmehl und andern Steinmehlen (Kalksteinmehl, Anhydrit), die als Zuschläge zum Zementmörtel und Beton in Frage kommen. Unter „Traß" wird in Deutschland meist das Mehl des rheinischen oder Nettetaler Trasses verstanden, der aus einem in der Vordereifel im Vulkangebiet des Laacher Sees unter besonderen Bedingungen abgelagerten trachytischen Bimsteintuff gewonnen wird. Er dient mit Kalk als Zuschlag zu Kalktraßmörtel, mit Portlandzement zu Zementtraßmörtel oder auch zu Zementkalktraßmörtel. Aus dem bayerischen Ries kommt der „bayerische Traß". Bisher wußte man nur, daß ein Zusatz von Traß nicht immer eine Erhöhung der Druck- und Zugfestigkeit des Betons oder Mörtels bewirkt.

Graf hat nun die Vorbedingungen durch Versuche geklärt, unter denen eine Zunahme der Festigkeit eintritt. Dies geschieht dann, wenn gleichzeitig das Raumgewicht des Mörtels oder Betons durch den Zusatz erhöht wird, was wohl bei magern, nicht aber bei fetten Mischungen der Fall ist. Bei fetten Mischungen vermindert daher der Traßzusatz in der Regel die Festigkeit. Die folgende Zahlentafel führt dies unmittelbar vor Augen:

Zahlentafel 1. Versuche an Betonwürfeln mit verschiedenem Traßzusatz.

Traßzusatz Gewichtsteile	Raumgewicht kg/dm³	Druckfestigkeit kg/cm²	Zunahme vH
0	2,23	403	0
0,2	2,30	454	+ 12,6
0,4	2,27	445	+ 10,4
0,5	2,25	442	+ 9,7
0,6	2,24	421	+ 4,5
1,0	2,22	375	— 7,0

Die Würfel hatten 7 cm Kantenlänge und bestanden aus 1 Teil Heidelberger Portlandzement, 4 Teilen Beihinger Sand und den angegebenen Zusätzen aus rheinischem Traß. Die Versuche wurden sechs Monate nach der Herstellung ausgeführt. Die Würfel hatten dauernd in Wasser gelagert.

Kalksteinmehl aus Jurakalk, etwas feiner gemahlen als das verwendete Traßmehl, erhöhte unter sonst gleichen Verhältnissen ebenfalls bedeutend die Festigkeit. Bei trockener Lagerung war Kalksteinmehl dem Traßmehl überlegen, bei nasser Lagerung waren die Abweichungen der Versuchsergebnisse verschieden gerichtet. Auch mit Rücksicht auf die Wasserdurchlässigkeit kommt Kalksteinmehl an Stelle von Traßmehl unter gewissen Verhältnissen in Betracht. Im ganzen zeigen die Versuche von Graf, daß die Verwendung von Traßmehl als Zusatz zum Zementbeton in der Regel nur bei Beton zweckmäßig erscheint, der dauernd oder doch lange Zeit feucht gehalten wird. Ferner ist den Beobachtungen zu entnehmen, daß an Stelle des Traßmehles der Zusatz von andern Steinmehlen möglich ist, was für Orte, die in großer Entfernung von den Traßfundstellen liegen, wichtig sein kann. W. S.
[M 389]

Berichtigung.

In dem Bericht über die Leipziger Frühjahrsmesse in Z. 1923 Nr. 11 Seite 265 rechte Spalte findet sich im zweiten Absatz eine zu Mißverständnissen Anlaß gebende Ausdrucksform. Es ist dort gesagt: „Die gleiche Firma . . . .", was sich aber nicht auf den Schiele & Bruchsaler Industriekonzern beziehen soll, sondern auf die Firma Dr. Max Levy. In der Tat sind die im folgenden beschriebenen Motoren von Dr. Max Levy hergestellt worden.

[2]) Vergl. Z. 1922 S. 475.
[3]) Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Die Organisation Groß-Berlins.

Gegenwärtig wird in der Tagespresse, in Regierungs- und parlamentarischen Kreisen vielfach eine Änderung des Gesetzes „Groß-Berlin" und der durch das Gesetz geschaffenen Organisation Berlins mit seinen Vororten erwogen. Über das Thema „Die Organisation Groß-Berlins mit besonderer Berücksichtigung der technischen Betriebe" sprach vor einiger Zeit im Berliner Architekten-Verein Stadtbaurat Jentsch aus Berlin-Steglitz. Er machte hierbei einige Ausführungen, die auch über die Grenzen Berlins hinaus Interesse erregen werden, weil sie allgemein gültige Betrachtungen enthalten. In dem umfangreichen Vortrag wurde u. a. folgendes ausgeführt:

„Die Wirtschaftslage und die örtliche Stellung Groß-Berlins in geographischer Beziehung kann nur betrachtet werden im Rahmen der innerhalb und außerhalb Deutschlands zurzeit wirksamen Kräfte. Diese Einflüsse verbinden sich mit einer erheblichen Schwächung der Staatsautorität gegen früher.

Die Minderung der Führerbefugnisse ist eine Begleiterscheinung vieler junger Demokratien und ein schwerwiegender Umstand, mit dem auch bei der Organisation von Groß-Berlin zu rechnen ist. Der neueste Entwurf zur Städteordnung bevorzugt die Bürgermeistereiverfassung augenscheinlich in der Absicht, auf der Grundlage des freiesten Wahlrechtes wenigstens in den Städten starken Persönlichkeiten mit umfangreichen Befugnissen die Möglichkeit zu geben, sich durchzusetzen. In folgerichtiger Durchführung dieses Gedankens und unter der Voraussetzung, daß für absehbare Zeit die preußische Staatsregierung in ihrer Stellung zwischen Reichsregierung und Gemeinden von der Größe Berlins starke Persönlichkeiten auf die Dauer nicht zu fesseln vermag, läßt es sich sachlich durchaus begründen, wenn Groß-Berlin von einer zentralen Stelle, die mit weitestgehenden Befugnissen ausgestattet ist, einheitlich verwaltet wird. Damit wäre aber in einer Viermillionenstadt von 88 km² Fläche praktisch die Selbstverwaltung in den örtlichen Verwaltungsbehörden ausgeschlossen. Berlin wäre alsdann ein autokratisch regierter Staat, dem man weitgehende staatliche Hoheitsrechte bewilligen müßte.

Diese Lösung dürfte indessen der deutschen Eigenart kaum gerecht werden. Sowohl in der deutschen Wirtschaft (im Gegensatz zur amerikanischen), als auch in der deutschen Verwaltung (im Gegensatz zur französischen) sind mit der Dezentralisation und mit der Selbstverwaltung die besten Erfahrungen gemacht worden; die Leistungsfähigkeit des Deutschen wird in ihrer Gesamtheit besser gefördert, wenn jede Stelle mit einem so hohen Maß von Verantwortung belastet wird, wie sie bei aller Anspannung ihrer Kräfte zu tragen in der Lage ist. Auch die deutsche Privatindustrie hat mit diesem Grundsatz bis in die neueste Zeit die besten Erfahrungen gemacht.

Das im Rahmen der Städteordnung für Berlin maßgebende Gesetz ist — wie schon angedeutet — als Vermittlungsversuch mit allen dessen Schwächen behaftet. Bei den Verhandlungen zur Abgrenzung der Befugnisse zwischen den Bezirksämtern und dem Magistrat haben sich — unabhängig von ihrer politischen Einstellung — die Bürgermeister und Stadträte der Bezirke einerseits und die Mitglieder des Magistrats anderseits, jede Gruppe in sich, geschlossen zu Auffassungen bekannt, die wohl in einzelnen und praktischen Fragen, nicht aber grundsätzlich überbrückbar sind. Der Versuch, das Gesetz entweder nach der zentralistischen oder nach der andern Richtung zu ändern, wird durch die Festlegung der einzelnen Landtagsfraktionen auf gewisse Verwaltungsgrundsätze erschwert. Der linksgerichtete Bürgermeister, der die Beschränkung der Selbstverwaltungsbefugnisse in den Bezirken bekämpft, wird unter Umständen als Landtagsabgeordneter durch den Fraktionszwang genötigt, gegen seine eigene Auffassung zu stimmen. Versuche aus den Bezirken heraus, Einfluß auf Stadtverordnete und Landtagsmitglieder zu gewinnen, bleiben meistens erfolglos, weil die örtliche Instanz dem politisch Eingestellten gegenüber leicht in den Verdacht der Eigenbrödelei kommt und kein Abgeordneter Zeit findet, sich mit beweiskräftigen Einzelheiten dieses schwierigen und undankbaren Gegenstandes zu befassen.

Vom Standpunkt eines schaffensfreudigen und tatkräftigen Mitgliedes der Zentralverwaltung ist es verständlich, wenn es sich in der Lage fühlt und willens ist, seinen Aufgabenkreis zu vergrößern. Die Zentralverwaltung wird nach Möglichkeit außerdem immer mehr fähige Beamte in ihren Bereich ziehen, so daß voraussichtlich bei der jetzigen Rechtslage im Laufe der Zeit die zentralistische Richtung die Überhand gewinnen wird und die Bezirksverwaltungen in ihrer Bedeutung als Selbstverwaltungskörper immer mehr zurückgehen werden; gerade so, als ob das Gesetz von vornherein nach dieser Richtung aufgezogen wäre. Dieser Weg nach der zentralistischen Entwicklung dürfte deshalb schwer vermeidlich sein, weil die Entscheidung — unbeschadet der „anzuhörenden" Bürgermeister — beim Magistrat liegt, weil die Beamten der Zentralverwaltung naturgemäß das Ohr der Magistratsmitglieder, insbesondere des Oberbürgermeisters und des Kämmerers, eher haben, als diejenigen der Verwaltungsbezirke, und weil bei entsprechenden Anträgen der Verwaltungsbezirke die Stelle, gegen die in vielen Fällen die Anträge gerichtet sind, als Gutachter beansprucht wird. Es könnte allerdings viel unfruchtbare Arbeit und viele Reibungen vermieden werden, wenn durch geeignete Maßnahmen diese aufsaugende Wirkung in Richtung auf die Zentrale möglichst beschleunigt würde, damit die im Kampf um die Zuständigkeiten verbrauchten Kräfte zu positiver Verwaltungsarbeit frei werden.

Im preußischen Verwaltungsblatt hat übrigens vor einigen Monaten eine dem Oberbürgermeister nahestehende Seite bereits den Vorschlag gemacht, in voller Würdigung dieser schwierigen und für beide Seiten anscheinend gleich unerfreulichen Zustände die Bezirksversammlungen und Bezirksämter aufzulösen und die jetzigen Stadträte in den Bezirken als leitende Beamte zu Vorsitzenden delegierter Deputationen zu machen, die alsdann unmittelbar den zentralen Deputationen unterstellt werden könnten. Diese Lösung ist zweifellos erheblich vorteilhafter als die jetzige Entwicklung; deutscher und auf lange Sicht wirkungsvoller ist die Übertragung einer starken und verantwortlichen Selbstverwaltung auf die vorhandenen Bezirke.

Zu welcher unzweckmäßigen und unwirtschaftlichen Lösung zentralistische Maßnahmen führen können, zeigt die Auswirkung des Landessteuergesetzes und insbesondere die Übernahme der Umsatzsteuer auf die Reichsfinanzbehörden in Berlin, obwohl die Stadt bis zum 1. Oktober 1922 die genannte Steuer anerkannt gut verwaltet hatte. Durch diese Maßnahme sind mit Rücksicht auf die bei der Stadt verbleibenden Steuerarten und aus räumlichen Gründen Beamte nicht gespart, dagegen beim Reich viele Hundert neu eingestellt worden. Außerdem wird die Zeit der Steuerpflichtigen dadurch unverantwortlich stark in Anspruch genommen, daß in den Innenbezirken wegen der Einkommensteuer mit dem städtischen Finanzamt, wegen der Umsatzsteuer mit dem zuständigen Umsatzsteueramt, wegen der städtischen Gewerbesteuer mit dem städtischen Steueramt und wegen der staatlichen Gewerbesteuer mit dem Landesfinanzamt, also an vier auch örtlich getrennten Stellen verhandelt werden muß.

Ein treffendes Bild von der Größe der verwaltungstechnischen Schwierigkeiten für jede Form der organisatorischen Lösung in Groß-Berlin läßt sich bei der Nachprüfung des Fluchtlinienverfahrens gewinnen, das noch auf dem Gesetz vom Juli 1875 beruht.

Der Werdegang eines Fluchtlinienplanes, der in Berlin nicht weniger als 25 Instanzen zu durchlaufen hat, ist unter den heutigen gesetzlichen und tatsächlichen Verhältnissen ein Leidensweg, dessen Ziel nur in seltenen Fällen vollkommen und rechtzeitig erreicht wird. In der Absicht also, allen beteiligten Wünschen und zweifellos vielfach berechtigten Einsprüchen gerecht zu werden, unterdrückt man die Schaffensfreudigkeit, das Verantwortungsgefühl und damit jede Entwicklung überhaupt. In den meisten Fällen begnügen sich nämlich die Aufsichtsinstanzen nicht damit, die Gestaltung der Fluchtlinien und der entsprechenden städtebaulichen Entwürfe nach denjenigen höheren und allgemeinen Gesichtspunkten zu beeinflussen, für die sie von Amts wegen zuständig sind, sondern sie verlieren sich in kleinlichen Beanstandungen. Jedenfalls wird im Fluchtlinienverfahren, wie es für Groß-Berlin rechtens ist und geübt wird, der vom Gesetzgeber verfolgte Zweck nicht nur nicht erreicht, sondern künstlich unterbunden. Kleine Schwierigkeiten, Mängel örtlicher Natur werden dabei vielleicht vermieden, die großen Gesichtspunkte, die früher Berlins Aufschwung begünstigt oder veranlaßt haben, kommen nicht mehr zur Geltung. Die Entwicklung wird sich hier wie überall, wo man durch unnatürlichen Zwang starke Kräfte der Entwicklung einzuzwängen versucht, Umwege und Auswege suchen, die dem Gesamtwohl ebenso abträglich sind, wie es die Überspannung in der Wohnungs-Zwangswirtschaft für die Wohnungsuchenden war. Die vom Magistrat Berlin unternommenen Versuche zur Vereinfachung des Verfahrens sind an dem Widerstande des Ministeriums bisher gescheitert.

Die mit der Fluchtliniengestaltung, der Bauberatung und der baulichen Entwicklung Berlins überhaupt Hand in Hand gehende Baupolizei wird zweckmäßig in den Bezirken denjenigen sachverständig vorgebildeten Bezirksamtsmitgliedern oder andern geeigneten Beamten überlassen, die in Fühlung mit der Bevölkerung stehen, die Fluchtliniengestaltung in der Hand haben und geeignet sind, wirtschaftliche und technische Schwierigkeiten aus dem Wege zu räumen oder vorteilhaft zu berücksichtigen.

Die beim Magistrat vorzusehende Instanz für die Baupolizei sollte Aufgaben grundsätzlicher Art, die Festsetzung der Bauordnung und die Erledigung von Beschwerden, Dispensen und dergleichen übernehmen. Es ist nicht einzusehen, warum dieselben Beamten, die früher in staatlicher Eigenschaft endgültige Entscheidungen trafen, jetzt nach Übernahme der Baupolizei durch die Stadt zur Zwischeninstanz herabsinken. Wenn die bauliche Entwicklung Groß-Berlins nicht in gefahrvoller Weise künftig beeinträchtigt werden soll, muß durch gesetzgeberische oder ministerielle Maßnahmen an die Verwaltung der Viermillionenstadt in baupolizeilicher Hinsicht dasselbe Maß von Verantwortung und von Vertrauen übertragen werden, das die Bezirke ihrerseits im entsprechenden Ausmaß vom Magistrat verlangen müssen. Die bei der Zentralverwaltung einzurichtende Baupolizei gehört als obere Instanz, als überprüfende, regelnde, Richtung weisende Stelle zum Städtebauamt. Dieses Bauamt muß seinem ganzen Zuschnitt nach über dem Streit der Fachleute und über der örtlichen Kleinarbeit der Bezirke stehen; es muß die zusammengefaßte Arbeit der verschiedenen Fachrichtungen und der verschiedenen Bezirke auswerten und in großzügigen Planungen mehr anregend und befruchtend als kritisch und verzögernd zu wirken versuchen. Die polizeilichen Angelegenheiten für die Festsetzung der Bauordnungen gehören aufs innigste zum Städtebauamt — zum Generalbebauungsplan. Sollte in der Zentralverwaltung eine Spaltung der Polizei mit Rücksicht auf die vorhandene Hochbau- und Tiefbauverwaltung erwünscht sein, so würde die Entwässerungs- und Straßenbaupolizei in zweiter städtischer Instanz dem Stadtbaurat für

Amerikanische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 99.

Letzte Werte: Kohle . . am 27. März 7,25 $/ton Kupfer . . am 11. April 17,25 c/lb Pfd. Sterling am 11. April 4,6662 $/£
Eisen . . am 27. März 57,50 $/ton Baumwolle am 11. April 29,35 c/lb Mark . . . am 11. April 0,00475 $/M

Seit der letzten Veröffentlichung sind im großen und ganzen keine wesentlichen Änderungen im Preisstand eingetreten. Der Preis für Baumwolle ist nach anfänglichem Steigen wieder auf den alten Stand zurückgegangen. Lediglich die Kohlenpreise sind seit Mitte Februar wieder im Ansteigen begriffen (Ruhrbesetzung!).

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel: (vergl. S. 379)
Kupfer . . . . am 11. April 8 110 M/kg
Baumwolle . . am 11. April 15 264 M/kg
Dollar . . . . am 11. April 21 142,50 M/$
Aktienziffer . . am 6. April 1 049 015.

Tiefbau, einige besondere Hochbaufragen dem Stadtbaurat für Hochbau und alle Fluchtlinienangelegenheiten, Generalia jeder Art, Bauordnungswesen, dem Städtebauamt zu übertragen sein.

Das Bild, von dem vorstehend einige der wesentlichsten Teile zur Darstellung gekommen sind, zeigt naturgemäß viele Schatten; doch es ist nicht das erste Mal, daß Berlins Lage nicht günstig war, daß sich deutsche Kraft gerade in tiefster Not des Volkes bewährte. Wir Deutschen sollten uns deshalb auch jetzt wieder daran gewöhnen, mit Mut und Vertrauen allein auf unsre eigene Kraft, nicht auf andre, allen Schwierigkeiten entgegenzuwirken." [W 194]

Der Schiffsverkehr in deutschen Seehäfen 1922.

Die Wiederausdehnung des deutschen Überseehandels und die Bemühungen der deutschen Reedereien, die deutsche Seeschiffahrt wieder auf ihre alte Höhe zu bringen, finden u. a. ihren Ausdruck in dem Seeverkehr in den zwölf wichtigsten deutschen Seehäfen. Wir entnehmen „Wirtschaft und Statistik“ 1923 Nr. 5 folgende Übersicht, nach der der Schiffsraum des Gesamtverkehrs im Mittel von Ein- und Ausgang um 6,7 Mill. N.-R.-T. oder um 43 vH des Verkehrs von 1921 zugenommen hat. Damit ist der Gesamtverkehr auf 84 vH (in den Nordseehäfen sogar auf 90 vH) des entsprechenden Seeverkehrs im Jahre 1913 gestiegen.

Im einzelnen ist noch hervorzuheben, daß auf Hamburg und Bremen drei Viertel der hier betrachteten Schiffahrt entfielen. Der Verkehr deutscher Schiffe hat sich gegen das Vorjahr um 60 vH gehoben, umfaßt aber dennoch kaum mehr als ein Drittel des gesamten bewegten Schiffsraums gegenüber fast zwei Dritteln im Jahre 1913. In den Nordseehäfen, vor allem in Hamburg, herrschte die fremde Flagge vor, in den Ostseehäfen dagegen die deutsche. Unter den fremden Flaggen stand in vorderster Reihe die britische, auf die über ein Viertel des Gesamtverkehrs, in Hamburg sogar über ein Drittel, entfiel; der Anteil Nordamerikas hat gegenüber dem Vorjahr stark abgenommen.

Der gesamte Seeverkehr wurde fast ausschließlich (zu 94 vH) durch Dampfer bewältigt. Bemerkenswert ist die Zunahme der Schiffsgröße, auch gegenüber dem Jahre 1913, die allerdings nur auf das Anwachsen der mittleren Schiffsgröße der fremden Schiffe zurückzuführen ist. Die in allen Häfen verkehrenden Dampfer umfaßten durchschnittlich 1913: 775, 1921: 831, 1922: 1012 N.-R.-T.

Schiffsverkehr in 12 deutschen Seehäfen 1922.

Häfen	Angekommen		Abgegangen	
	Zahl	N.-R.-T.	Zahl	N.-R.-T.
Nordsee:	18 123	19 683 440	20 096	19 705 564
Hamburg	10 966	13 008 854	13 004	13 348 046
Cuxhafen	459	661 730	391	312 168
Altona	1 241	460 943	1 269	466 015
Geestemünde	188	117 413	184	109 970
Bremen (einschl. Bremerhaven)	3 780	4 266 180	3 751	4 293 025
Emden	1 489	1 168 320	1 497	1 176 340
Ostsee:	10 377	2 726 036	9 888	2 711 462
Flensburg	2 288	161 450	1 878	149 932
Kiel	1 364	237 913	1 406	260 394
Lübeck	2 258	442 341	2 213	440 034
Warnemünde	400	65 800	371	74 500
Stettin	2 898	1 277 912	2 852	1 242 198
Königsberg	1 169	540 620	1 168	544 404
insgesamt	28 500	22 409 476	29 984	22 417 026
im Vorjahr	23 859	15 816 255	24 962	15 557 642
Zunahme vH	19,5	41,7	20,1	44,1

[W 188]

Der deutsche Außenhandel 1922.

Der deutsche Außenhandel schließt im Jahre 1922 mit einem Einfuhrüberschuß von rd. 2,2 Milliarden Goldmark ab[1]). Die Einfuhr betrug dem Werte nach schätzungsweise 6,2 Milliarden Goldmark, der Menge nach 459 Mill. Doppelzentner (dz). Die entsprechenden Zahlen der Ausfuhr sind 3,97 Milliarden Goldmark und 216 Mill. dz; der Menge nach überwiegt mithin der Einfuhrüberschuß die gesamte Ausfuhr. Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit denen des Jahres 1913 zeigt, wie sehr sich die deutsche Außenhandelsbilanz gegenüber der vor dem Kriege verschlechtert hat: Im Jahre 1913 betrug die deutsche Einfuhr 11,2 Milliarden Goldmark, die Ausfuhr 10,2 Milliarden Goldmark. Der Einfuhrüberschuß war mithin noch nicht halb so groß wie im Jahre 1922[2]). Während aber vor dem Kriege die Passivität der Handelsbilanz durch eine aktive Zahlungsbilanz mehr als wett gemacht wurde (durch Einnahmen aus der Handelsflotte, Kapitalanlagen und Guthaben im Auslande), fehlen uns heute diese Posten. Die Passivität unserer Zahlungsbilanz ist sogar nicht nur gleich dem oben angegebenen Passivsaldo der Handelsbilanz, es kommen noch die ungeheuren Beträge hinzu, die wir auf Grund des Friedensvertrages unsern ehemaligen Kriegsgegnern zahlen müssen.

Die Ein- und die Ausfuhr verteilte sich auf folgende einzelne Warengruppen (in 1000 dz)[3]):

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1913	1922	1913	1922
Lebende Tiere	1 800	303	17	53
Lebensmittel und Getränke .	117 005	50 736	53 682	14 429
Rohstoffe und halbfertige Waren	597 010	388 767	590 255	142 719
Fertigwaren	12 493	18 946	93 181	58 362

[1]) „Deutscher Außenhandel“ 1923 Nr. 5.

[2]) Allerdings muß hierbei berücksichtigt werden, daß der Umfang des deutschen Wirtschaftsgebietes im Jahre 1922 erheblich kleiner als im Jahre 1913 war.

[3]) „Wirtschaft und Statistik“ 1923 Nr. 3/4.

Auf der Einfuhrseite fällt der starke Rückgang der Lebensmittel und Getränke auf weniger als die Hälfte in die Augen. Im Jahre 1913 wurden an Weizen und Roggen zusammen 14,2 Mill. dz [illegible] ein- als ausgeführt; 1922 betrug der Überschuß der Einfuhr über die Ausfuhr 19,3 Mill. dz. Der Rückgang der deutschen Produktion an Brotgetreide (auf dem jetzigen Gebietsumfang), der gegenüber 13 73 Mill. dz ausmacht, wurde mithin nur zu einem geringen Teil [illegible] durch ersetzt, daß die Ausfuhr deutschen Getreides fast völlig [illegible] hörte. Der Minderverbrauch des deutschen Volkes an Brotgetreide stellt sich danach 1922 gegenüber 1913 auf 68 Mill. dz.

Unter den Rohstoffen ist u. a. die Einfuhr an Braunkohlen, chemischen Rohstoffen und Halberzeugnissen stark zurückgegangen. Besonders auffällig ist der Rückgang der Einfuhr bei Bau- und Nutzholz, dessen Ausfuhr — ohne die Reparationslieferungen — erheblich anstieg. Über die einzelnen bedeutenderen Zahlen des Außenhandels in Rohstoffen gibt folgende Tafel eine Übersicht[4]):

in 1000 dz	Einfuhr		Ausfuhr	
	1913	1922	1913	19[illegible]
Wolle und andere Tierhaare	2 452	2 149	545	8
Baumwolle	5 835	3 139	984	5
Bau- und Nutzholz	62 396	24 659	4 796	7 0
Holzschliff, Zellstoff, Papiermasse . .	550	720	1 881	3
Harze, Schellack, Gummi	1 190	505	320	6
Kautschuk, Guttapercha, Balata . . .	284	334	97	2
Steinkohle	105 401	125 984	345 984	50 0
Braunkohle	69 871	20 157	603	2
Koks und Preßkohlen	7 427	3 586	95 967	13 1
Mineralöle	12 944	7 918	335	8
Zement	1 685	1 326	11 296	4 0
Kupfer	2 451	2 205	230	9
Blei	838	856	414	6
Kalisalze	—	2	16 762	9 1
Thomasphosphatmehl, Superphosphate .	4 945	3 347	9 965	1
sonstige chemische Rohstoffe und Halberzeugnisse	10 469	1 288	2 050	1
Rohstoffe, halbfertige Waren insgesamt	**597 060**	**388 767**	**590 255**	**142 9**

Am besten kennzeichnet die Lage des deutschen Außenhandels die folgende Übersicht über den Umfang der Ein- und Ausfuhr der wichtigsten Fertigwaren. Während die Einfuhr gegenüber dem Frieden erheblich wuchs, verringerte sich die Ausfuhr um 38 vH.

in 1000 dz	Einfuhr		Ausfuhr	
	1913	1922	1913	19[illegible]
Baumwollgarne	332	512	166	[illegible]
Baumwollgewebe	102	322	706	3[illegible]
Waren aus Kupfer	51	17	848	4[illegible]
Kautschukwaren	41	4	193	1[illegible]
Papier und Papierwaren	334	41	3441	41[illegible]
Farben und Farbwaren	748	82	2640	14[illegible]
Glas und Glaswaren	154	147	2311	13[illegible]
Textilmaschinen	250	18	730	4[illegible]
Dampflokomotiven, Tender	5	12	544	10[illegible]
Werkzeugmaschinen	75	16	902	7[illegible]
Landwirtschaftliche Maschinen	385	12	407	3[illegible]
Elektrische Maschinen	22	20	419	2[illegible]
Fahrräder, Fahrradteile	2	0,5	97	1[illegible]
Fertige Waren insgesamt	**12 493**	**18 964**	**93 181**	**58 3[illegible]**

Die schwierige Lage der deutschen Eisenindustrie insbesondere, deren Daseinsbedingungen durch die Abtrennung Lothringens, des Saargebiets und eines Teiles von Oberschlesien und durch den Austritt Luxemburgs aus dem deutschen Zollverein von Grund aus verändert sind, drückt sich in folgenden Zahlen aus:

in 1000 dz	Einfuhr		Ausfuhr	
	1913	1922	1913	192[illegible]
Eisenerze	140 243	110 137	26 132	1 7[illegible]
Roheisen, Schrott usw.	4 608	9 514	10 528	2 7[illegible]
Eisenhalbzeug	110	3 252	7 008	1 0[illegible]
eiserne Röhren, Walzen	97	511	3 930	1 9[illegible]
Stab- und Formeisen	257	8 056	16 201	5 1[illegible]
Eisenblech und Draht	705	1 691	11 278	4 4[illegible]
Eisenbahnoberbaumaterial	5	1 543	6 574	3 6[illegible]
Eisenteile, Kessel, Maschinenzubehör .	205	100	1 457	6[illegible]
sonstige Eisenwaren	407	350	8 562	7 2[illegible]

[W 196

Eisenerz- und Roheisengewinnung Deutsch-Österreichs 19[illegible]

Die Eisenerz- und Roheisengewinnung Deutschösterreichs im Jahre 1922 betrug 2 793 087 t; hiervon entfielen 2 065 269 t auf Steiermark und Kärnten, während sich der Rest auf Salzburg und Niederösterreich verteilte. Die Roheisengewinnung allein betrug 322 822 t gegenüber 226 07[illegible] im Jahre 1921 und 606 655 t im Jahre 1913. (Industrie- u. Handelszeitung 1923 Nr. 36) [W 185]

[4]) Frankfurter Zeitung 1923 Nr. 214.

BÜCHERSCHAU.

Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 2500.

ndbuch der Flugzeugkunde. Band II: Aerodynamik. Von Prof. Dr. Richard Fuchs und Prof. Dr. Ludwig Hopf. Berlin 1922, Richard Carl Schmidt & Co. 470 Seiten mit 285 Abb. Gz. geb. 25.

Band VIII: Flugzeuginstrumente. Von Dr. Kurt Bennewitz. 0 Seiten mit 386 Abb. Gz. geb. 15.

Man ist gewohnt, unter Aerodynamik die Theorie der ebenen bzw. nlichen Luftbewegung um Körper mit unendlicher oder endlicher tenerstreckung zu verstehen. Die Verfasser Fuchs und Hopf des iegenden Handbuches der Flugzeugkunde haben den Begriff weiter ßt und berichten mit gleicher Ausführlichkeit über die Theorie Bewegung in der Luft, d. h. über die Gesetze des stetigen und örten Fluges. Die Verfasser haben gemeinsam in der wissenschaftn Abteilung der Flugzeugmeisterei während des Krieges gearbeitet geben nun eine Zusammenfassung ihrer Erfahrungen und Rechgen wieder. Dabei ist das einheitliche geistige Gepräge dadurch ahrt, daß die beiden Verfasser sich auf die natürlich gegebene ung des Wissensgebietes untereinander geeinigt haben. Fuchs bedelt die Luftbewegung, Hopf die Bewegung in der Luft.

Fuchs gibt eine ausgezeichnete Zusammenfassung der allenthalben streuten Abhandlungen über die Theorie von Auftrieb und Rückb unter Verwendung der jeweils geeignetsten mathematischen Hilfsel. Es genügt hier, die Namen, die im Text angeführt werden, zu nen: Euler, Laplace, Bernoulli, Stokes, Prandtl, Blasius, Kutta, kowsky, v. Mises, Trefftz, v. Kármán, Munk, Betz, Helmholtz. Die oretischen Betrachtungen finden ihren Abschluß in einem eingehen Vergleich mit Meßergebnissen, die in einer so übersichtlichen Zumenstellung gegeben werden, wie sie bisher noch nirgends geboten de. Nur wenige Seiten weisen schließlich auf den Zusammenhang der Theorie der Luftschrauben hin, da für diese in der Bücherne ein besonderer Band vorgesehen ist. Man entbehrt neben den führlichen Angaben über die Kräfte nur eingehende Mitteilungen l Darstellungen über die Verteilung der Drücke, die sich aus der orie leicht und mit sehr guter Annäherung an Meßergebnisse behnen lassen.

Im zweiten nahezu gleich großen Teil des Werkes hat Hopf die gleistungen und Flugeigenschaften behandelt. Die Untersuchungen iehen sich entsprechend den Aufgaben der Flugzeugmeisterei auf Prüfung fertiger Flugzeuge und übermitteln hier sehr wertvolles tistisches Material. Es versteht sich, daß in diesem Zusammeng die graphische Behandlung, wie sie König und Eiffel vorgeschlagen en, überwiegt und die Ergebnisse der Strömungstheorie nicht zur rausberechnung von Entwürfen ausgewertet werden. Trotzdem kann n Konstrukteur die eingehende Durcharbeitung, da viele Erfahrungsrte theoretisch geklärt mitgeteilt werden, nicht angelegentlich genug pfohlen werden. An die Behandlung der Flugleistungen und Betrachgen über das Momentengleichgewicht im geraden Flug schließen h Berechnungen der Flugeigenschaften aus Bewegungsgleichungen für n gestörten Flug ungezwungen an. Auch hier werden zum ersten l ausführlich Erfahrungen mit den nur schwer übersichtlichen Rechngen in Zusammenhang gebracht und wertvolle Folgerungen für die sbildung der Steuerorgane gezogen.

Für die ungestörte Durcharbeitung des ganzen Werkes ist es von deutung, daß der geistige Zusammenhang nicht allenthalben durch sdrückliche Bezugnahme auf Vorveröffentlichungen durchbrochen, ndern die benutzte Literatur in einem acht Seiten umfassenden Liteurverzeichnis am Schluß zusammengestellt wird.

Auch Bennewitz weiß der Aufgabe der Bücherreihe, die Erfahngen des Krieges für die Zukunft nutzbar zu machen, bestens zu nügen. Die überaus klare Gliederung des Stoffes, von dessen Umg sich selbst der Fachmann nicht immer volle Rechenschaft geben g, gewährt einen Einblick in Funktion und Zusammenhang der innesorgane des Flugzeugorganismus", der der technischen Entwickng äußerst dienlich sein muß. Daß dabei die Theorie der Instrunte mehr angedeutet als behandelt wird, ist angesichts des so schon trächtlichen Umfanges des Werkes nur zu begrüßen. Die reich mit bildungen ausgestattete Beschreibung wird ergänzt durch ein Verichnis der konstruktiv beteiligten Firmen, die aus den sachkundigen regungen des Verfassers sicher viel Nutzen ziehen können.

Der Verlag erwirbt sich mit der Herausgabe des Handbuches ein rvorragendes Verdienst um die Entwicklung der Flugtechnik und igt, daß der erzwungene Abbau der Flugindustrie, wenn er auch der eorie die Anregungen entzieht, noch keinen Zusammenbruch der gtechnischen Wissenschaften herbeigeführt hat.

[B 1592] H. G. Bader.

eiträge zur Geschichte der Technik und Industrie. Jahrbuch des Vereins deutscher Ingenieure. Herausgegeben von Conrad Matschoß. Zwölfter Band mit 164 Textabbildungen, 12 Bildnissen, 215 S. Berlin 1922, Verlag des Vereins deutscher Ingenieure.

Seitdem 1909 der erste Band des Jahrbuchs erschienen, in dessen orwort sein Herausgeber die Notwendigkeit der Verbreitung technisch eschichtlicher Kenntnisse zum Verständnis für die weltgeschichtliche edeutung der Technik und ihrer Errungenschaften hervorhob, ist eine attliche Anzahl weiterer Jahrbuchbände herausgekommen, deren Inalt in seiner Gesamtheit bereits ein beachtenswertes Kompendium chnischer Geschichte darstellt, das abgesehen von seiner Vielseitigkeit deshalb besonders wertvoll ist, weil es von Ingenieuren geschrieben ist, die im innigsten Zusammenhang mit dem Zweig ihres Berufes stehen, dessen Geschichte sie darstellen.

Daß Matschoß mit der Herausgabe der „Beiträge" einem Bedürfnis der Literatur nachgekommen ist, beweist das dauernd steigende Interesse, das sie in den Leserkreisen finden, sowie die große Zahl der Mitarbeiter, denen er dadurch die Gelegenheit geboten hat, ihre technisch geschichtlichen Studien in die Öffentlichkeit zu bringen.

Der soeben erschienene zwölfte Band bringt in wechselnder Folge biographische und industriegeschichtliche Abhandlungen aus den verschiedensten Gebieten der Technik. „Die Geschichte der Königshütte" von Illies entrollt die geschichtliche Entwicklung des Eisenhüttenwesens in Oberschlesien und seine Bedeutung für die deutsche Eisenindustrie überhaupt. Sie erinnert den Leser aufs neue an die Schwere des Verlustes, den unser Vaterland durch die Abtretung Ostoberschlesiens an Polen erleiden mußte. Dipl.-Ing. Orth läßt vor den Augen des Lesers den „Werdegang der wichtigsten Erfindungen auf dem Gebiete der Spinnerei und Weberei" erstehen. Einen „Abriß der Geschichte der Solinger Klingen- und Waffenindustrie" bietet die Abhandlung von Dipl.-Ing. Sommer, während die „Geschichte der Keramik in Deutschland" von Antz und die „Bergmännische Kunst" von Prof. Treptow reizvolle Betrachtungen über das Töpferhandwerk und das Kunsthandwerk bringen. „Das Wasserwerk der Stadt Halle", dessen Anfänge auf das Jahr 1467 zurückgehen, wird in seiner Entwicklung und Beziehung zur hallensischen Industrie von Antz als Beispiel aus dem Tätigkeitsbereich einer großen Stadtverwaltung erläutert.

An Biographien enthält der Band die des „Wilhelm August Lampadius", des ehemaligen Professors an der Bergakademie Freiberg, der mit als erster der Lavoisierschen Theorie der Chemie durch streng wissenschaftliche Experimente zum Siege über die alte Phlogistontheorie verholfen hat, von Prof. Schiffner; ferner die „Johann Georg Bodmers", des erfolgreichen Erfinders auf dem Gebiete des Textil- und Werkzeugmaschinenbaues, von Dr.-Ing. Buxbaum; endlich die des Organisators der Deutschen Reichspost und des Weltpostvereins „Heinrich von Stephan" von Geheimrat Gieseke und die des „Preußischen Bergwerksministers Friedrich Anton Frh. v. Heinitz" von Prof. Schwemann.

Namentlich die Lebensbilder der beiden letztgenannten, deren Lebenswerke in ihren Auswirkungen bis in die heutige Zeit hineinragen, entrollen durch ihre fesselnde Darstellung dem Leser ein klares Bild von der geistigen Größe dieser Männer, denen Deutschland so unendlich viel zu verdanken hat.

Der reiche Inhalt des vorliegenden Jahrbuchbandes bietet von neuem Veranlassung, darauf hinzuweisen, wie notwendig nicht nur für den Ingenieur, sondern für den Kulturmenschen unserer Zeit überhaupt die geschichtliche Erfassung technischer Entwicklungsgänge ist, wenn er die neuzeitliche Kultur- und Wirtschaftsentwicklung verstehen will. So kann daher auch diesem Bande nur eine möglichst weit gehende Verbreitung gewünscht werden, zumal auch Papier, Druck und Ausstattung wieder auf der bekannten Höhe der ersten Bände stehen.

Hamburg. [B 1682] Lohse.

Untersuchungen an Ventilkompressoren. Von Prof. J. C. Breinl, Pribram. Mit 57 Abbildungen im Text. München und Berlin 1922, R. Oldenbourg.

Der Verfasser veröffentlicht in diesem Werkchen Berechnungen und Versuche, zu denen er durch seine Tätigkeit als Beratender Ingenieur der Ingersoll Rand Co., New York, angeregt wurde.

An das Ventil als richtiges Element des Kompressors werden die Forderungen gestellt: Die Ausführung muß gleichbleibende Flächen der Berührung von Platte und Sitz und möglichst großen Durchgangsquerschnitt verbürgen. Die Luft-Durchgangsverluste sind einzuschränken.

Die Verluste in Spaltöffnung, Sitzspalt und Hubspalt werden rechnerisch ermittelt, die Beiwerte durch Versuche festgestellt. Die Ergebnisse führen zu beachtenswerten Vorschlägen für die Ausführung der Sitzkanten.

Anschließend hieran wird der Einfluß des Druckventils auf die Größe des schädlichen Raumes dargestellt. Die Einführung eines „Gütegrades" bezweckt der Vergleich verschiedenartiger Ventile.

Zwei weitere Kapitel behandeln Öffnen und Schließen des Ventiles; in weiteren Ausführungen wird auf den baulichen Aufbau eingegangen, Ausführungen, die, wie der ganze Inhalt des Buches, auf hervorragende praktische Erfahrungen des Verfassers schließen lassen.

Das Buch kann bestens empfohlen werden. H. D.

Die Fernsprechtechnik unter besonderer Berücksichtigung des Selbstanschlußbetriebes, der Verstärkung der Sprechströme und des Hochfrequenz-Fernsprechens (drahtloser Rundspruch, Zugtelephonie usw.). Von C. W. Kollatz. Zweite verbesserte und erweiterte Auflage. Mit 227 Abbildungen und 3 Übersichten. VIII u. 318 Seiten. Berlin 1922, Georg Siemens.

Das vorliegende Buch gibt nach einem kurzen geschichtlichen Überblick eine sehr klare und, soweit dies bei dem zur Verfügung stehenden Platz möglich ist, vollständige Beschreibung der augenblicklich in Deutschland benutzten Fernsprechanlagen. In den ersten zehn Abschnitten werden die normalen Teilnehmer- und Amtseinrichtungen mit Apparaten, Schaltungen usw. an der Hand zahlreicher Photographien und Leitungspläne behandelt. Da die Schaltungen für Orts- und Ferngespräche, zur Zählung der Gespräche usw. Schritt für

Schritt angegeben werden, erhält man ein anschauliches Bild der Anforderungen, denen die Apparate und die Beamten entsprechen müssen. Die Privatfernsprechstellen mit einem gemeinsamen Umschalter für Haupt-, Neben- und Privatanschlüsse zeigen, wie im 11ten Abschnitt ausgeführt, noch verwickeltere Verhältnisse, da sie den Vorschriften der Post und den Wünschen der Besitzer genügen sollen.

Im 12ten Abschnitt werden die Grundzüge der selbsttätigen und halbselbsttätigen Fernsprechvermittlung entwickelt und die Vorzüge des Selbstanschlußsystems bei kleinen Vermittlungsstellen herausgearbeitet, da dort die Apparate verhältnismäßig einfach bleiben und doch trotz Personalverminderung dauernde Dienstbereitschaft erzielt wird. Die beiden letzten Abschnitte, dem Umfang nach ein Drittel des Buches, geben in Kürze eine gute Übersicht über die neuesten Mittel der Fernsprechtechnik, um unter Verminderung des Drahtquerschnitts auf größere Entfernungen als bisher und gleichzeitig auf derselben Leitung bis zu sechs Gesprächen störungsfrei zu führen. Pupinkabel, Elektronenröhren-Verstärker und elektromagnetische Drahtwellen ermöglichen auf diese Weise, allen Anforderungen eines gesteigerten Verkehrs schnell und billig Rechnung zu tragen.

Das Buch bringt nicht nur dem Fachmann eine gute Zusammenstellung des augenblicklichen Standes der deutschen Fernsprechtechnik, sondern gewährt auch jedem Fernsprechteilnehmer, der sich für die Vorgänge der Sprachübertragung auf einer Leitung oder drahtlos durch die Luft oder zugleich mit mehreren Gesprächen auf demselben Draht interessiert, einen leicht verständlichen Einblick in die Dinge.

[1631] E. Lübcke.

Enzyklopädie der technischen Chemie. Von Prof. Dr. F. Ullmann. Band 10: Saponine bis Stereotypmetalle. 726 S. mit 241 Abb. Desgl. Band 11: Stickstoff bis Wasserstoffsuperoxyd. 684 S. mit 155 Abb. Berlin und Wien 1922, Urban & Schwarzenberg. Preis Gz. je 40.

Vorlesungen über Technische Mechanik. Von Prof. Dr. phil. Dr.-Ing. A. Föppl. 4. Bd.: **Dynamik.** 7. Aufl. Leipzig und Berlin 1923, B. G. Teubner. 404 S. und 209 Abb. Preis Gz. 5,5, geb. 8.

Von einigen unbedeutenden Änderungen abgesehen, bildet die 6. Auflage einen unveränderten Abdruck der vorhergehenden.

Hermann Recknagels Hilfstabellen zur Berechnung von Warmwasserheizungen. Von Dipl.-Ing. O. Ginsberg. 4. Aufl. München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 31 S. Preis Gz. 3,5.

Der Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben, insbesondere durch Werkgräben großer Abmessungen. Von Prof. Dr. Ph. Forchheimer. Berlin 1923, Julius Springer. 50 S. mit 20 Abbildungen. Preis Gz. 1,6.

Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Von Prof. Dr. L. Graetz. Band III: Elektronen und Ionen, Lieferung 4. Leipzig 1923, Johann Ambrosius Barth. S. 725 bis 1074. Mit 217 Abb. Preis Gz. 3.

Deutsches Funkerjahrbuch für das Jahr 1923. Von C. W. Kollatz. 3. Jahrgang. Berlin 1923, F. A. Günther & Sohn A.-G. 167 S.

Sammlung Göschen Band 456: **Ströme und Spannungen in Starkstromnetzen als Grundlage elektrischer Leitungsberechnungen.** Von J. Herzog und C. Feldmann. 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1923, Walter de Gruyter & Co. 108 S. mit 68 Abb. Preis Gz. 1.

Wie stellt man Projekte, Kostenanschläge und Betriebskostenberechnungen für elektrische Anschlußanlagen auf? Von F. Hoppe. 9. Auflage. Leipzig 1923, Johann Ambrosius-Barth. 705 S. mit 334 Abb. Preis Gz. 9.

Der Krieg mit seinen Folgen hat der neuen Auflage des Buches ein wesentlich geändertes Aussehen gegeben, insofern die Kostenfrage und die Betriebskostenberechnung, für die sich die Grundlagen fast jeden Tag ändern, stark in den Hintergrund treten mußten. Auch die Projektierung von Stromerzeugungs- und Verteilungsstationen und -netzen ist fortgelassen und einem besonderen Buche vorbehalten, so daß sich das vorliegende auf die Anschlußanlagen beschränkt, hier aber in allen Teilen wesentlich erweitert und vervollständigt ist. Es steht in der Mitte zwischen einem Taschenbuch wie der „Hütte", und einem Lehrbuch.

Der Wegebau. Von Prof. Dr. A. Birk. 3. und 4. Aufl. 1. Teil: Erdbau und Straßenbau. Leipzig und Wien 1923, Franz Deuticke. 218 S. mit 154 Abb. Preis Gz. 9.

Organisation von Fabrikbetrieben, kaufmännische Organisation, Betriebsorganisation. Von G. J. Erlacher. 6. Aufl. Leipzig 1923, Dr. Max Jänecke. 133 S. mit 6 Abb. und 14 Vorlagen.

Jahrbuch der Technik. Technik und Industrie. Zeitschrift für Volkswirtschaft, Technik und Industrie, Gewerbe, Handel und Verkehr. Jahrgang IX. 1922/23. Stuttgart 1923, Franckhs Technischer Verlag, Dieck & Co. 288 S. mit vielen Abbildungen. Preis im März 6000 ℳ, geb. 9500 ℳ.

Wer sich nicht nur über die Fortschritte seines eigenen Fachgebietes im letzten Jahr, sondern darüber hinaus über die gesamte Entwicklung der Technik und Industrie unterrichten will, wird in dem Jahrbuch in gedrängter Kürze durch Sonderabhandlungen wie durch rundschauartige Zusammenfassungen leicht verständliche und anregende Auskunft finden.

Vorlesungen über Pumpenbau. Von Prof. A. Budau. Unter Mitwirkung von K. Tindl, F. Magyar, H. Schindler. Mit einem Anhang: Hydraulische Kraftübertragung. 2. Aufl. Wien und Leipzig 1923, Carl Fromme G. m. b. H. 135 S. mit 160 Abb. Preis Kr 26 000.

Abgesehen von dem Anhang, der die Kapselwerke zur hydraulischen Kraftübertragung auf kurze Entfernungen namentlich im Kraftfahrzeug- und Lokomotivbau behandelt, ein nahezu unveränderter Abdruck der ersten Auflage. S. Z. 1921 S. 982.

Werkstattbücher Heft 11 und 12: **Freiformschmiede.** Von P. H. Schweißguth. Berlin 1923, Julius Springer. 1. Teil: Technologie des Schmiedens, Rohstoff der Schmiede. 72 S. mit 225 Abb. 2. Teil: Einrichtungen und Werkzeuge der Schmiede. 74 S. mit 128 Abb. Preis Gz. je 1.

ZUSCHRIFTEN AN DIE REDAKTION.

Die Entwicklung des Kreiselkompasses.

Zu dem Aufsatz des Herrn Prof. Martienssen in Nr. 8 d. J. bemerken wir:

1. Die dort geschilderten Versager kamen nicht „besonders auf U-Booten", sondern überhaupt nur auf U-Booten vor, und zwar hauptsächlich auf besonders kleinen,
2. wurde der Kompaß nicht zerrissen, sondern nur in seiner Weisung gestört,
3. hatte die Stabilisierung durch einen vierten Kreisel am Gehänge vielfach sehr guten Erfolg, wenn auch nicht auf allen U-Boots-Typen. Sie wurde verlassen, weil sich ein bedeutend einfacherer Weg zur Bekämpfung dieser Versager fand.

Anschütz & Co.

Zu vorliegender Bemerkung der Fa. Anschütz & Co. erwidere ich, daß das Wort „zerrissen", worauf die Fa. Anschütz & Co. in Punkt 2 zurückgreift, lediglich ein Druckfehler ist und „verrissen" heißen soll, ein Wort, das in der Bordsprache gleichbedeutend ist mit der Störung der Kompaßweisung.

Prof. Dr. Martienßen.

Dreieckschaubilder für graphische Berechnungen.

Zu der gleichnamigen dankenswerten Arbeit von G. Neumann in Z. 1923 S. 231 bemerke ich, daß die Rechendreiecke sehr viel übersichtlicher und leichter verständlich werden, wenn man sie nach meinem Vorschlag[1]) als Schnittfiguren von drei (oder bei kombinierten Dreiecken von mehr) Parallelscharen auffaßt und dies deutlich in dem Schaubild zum Ausdruck bringt. Der Vorschlag ist in Abb. 2 stillschweigend, ohne Erklärung seiner Bedeutung, ausgeführt, leider aber auch nur angedeutet.

Weiter habe ich die Theorie des erweiterten Dreiecks von Gibbs, insbesondere auch des logarithmischen Dreiecks, bereits in den Beiträgen zur graphischen Feuerungstechnik 1919/20 veröffentlicht, so daß ein Hinweis auf diese ältere Literatur angemessen wäre.

Wa. Ostwald.

[1]) Z. f. Elektrochemie 1919/20, Beiträge zur graphischen Feuerungstechnik Leipzig 1920 S. 35 u. f.

Auf die Zuschrift von Wa. Ostwald erwidere ich, daß das vermißte, für die Anwendung des Schaubildes allerdings sehr nützliche Parallelscharennetz im Original zu Abb. 2 vorhanden war, aus mir unbekannten Gründen ist jedoch die Wiedergabe unterblieben. Für die Berechnung des Druckabfalls von Gasen und Dämpfen in Rohrleitungen stellt die Wärmestelle Düsseldorf auf Wunsch Dreieckschaubilder in größerer Ausführung mit eingezeichnetem Parallelscharennetz zur Verfügung. In den übrigen Abbildungen habe ich die Parallelscharen mit Absicht weggelassen, da sie nicht zum Gebrauch wie bei Abb. 2, sondern nur zur Veranschaulichung der geometrischen Zusammenhänge der verschiedenen Dreieckdarstellungen dienen sollen.

Die Priorität der Theorie des Gibbsschen Dreiecks bestreite ich Ostwald nicht, meine graphische Veranschaulichung dieser Theorie ist aber in ihrer leichten Auffaßbarkeit und Klarheit eine Ergänzung zu den Veröffentlichungen Ostwalds, die zweifellos Vorzüge hat. Im übrigen ist meine Arbeit unabhängig von den Veröffentlichungen Ostwalds entstanden, deren Studium ich jedermann, der sich für graphische Berechnungsverfahren interessiert, warm empfehle.

G. Neumann.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES.

Auf einstimmigen Antrag des Vorstandes des Mannheimer Bezirksvereines hat sich der Vorstand des Gesamtvereines in seiner Sitzung vom 12. April ds. Js. entschlossen, mit Rücksicht auf die politische und wirtschaftliche Lage die ursprünglich für den 17. und 18. Juni ds. Js. für **Mannheim** geplante

63. Hauptversammlung

(s. Z. d. V. d. I. 1923 S. 200, VDI-Nachrichten Nr. 8a S. 79) **zu vertagen.**

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

R. 17 SONNABEND, 28. APRIL 1923 BD. 67

INHALT:

Martin- und Elektrostahlwerk aus Eisenbeton.

Von Dr.-Ing. Julius Magg, o. ö. Professor der Technischen Hochschule Graz.

Das Stahlwerk, das zwei kippbare 15 t-Martinöfen und einen Lichtbogen-Widerstandsofen von 6 t Fassung enthält, ist ganz aus Eisenbeton hergestellt. Einzelheiten der Anlage. Überwindung von Bauschwierigkeiten. Zusammenfassung von Erfahrungen.

Das im folgenden dargestellte Martin- und Elektrostahlwerk ist während des Krieges im Rahmen einer unter meiner Oberleitung gebauten Artilleriemunitions- und Geschützrohr-Fabrik im ehemaligen k. u. k. Artilleriesenal in Wien entstanden.

Die gesamte Anlage, Abb. 1, umfaßt das erwähnte Martin- Elektrostahlwerk *a*, ein Walzwerk *b*, die Großschmiede und schoßfabrik *c*, ein Kesselhaus *d* zur zeugung des Dampfes für die Dampfuckwasser-Pressen der Großschmiede, e für alle Werke gemeinsame Gaseugeranlage *e*, die Transformator- und rteilanlage für den elektrischen Strom *f*, Lagerplatz *g* für Schrott und Fertigeugnisse und das zwischen dem Stahl- dem Walzwerk gelegene Blocklager *h*.

Für den ganzen Neubau war nur eine r beengte Fläche von 22500 m² verfüg-, wovon 10348 m² mit Hochbauten bezt sind und 3930 m² auf die Lagerplätze fallen, so daß nur 36 vH der Grundflä- anderen Zwecken dienstbar sind. Da- mußte auf möglichst gedrängte Anlnung der Baulichkeiten und ihrer Innenrichtung gesehen und der Verkehr der zeugnisse streng geregelt werden. Die ordnung ist so getroffen worden, daß im ganzen 164 m lange, von 2 Maotkranen von 21 m Spannweite bestriene Lagerplatz zu zwei Dritteln der ırott- und Roheisenlagerung dient, während der letzte gegen das Preßwerk zu legene Teil das Enderzeugnis aufnimmt. ide Teile des Lagerplatzes sind durch ıen Weg getrennt, der den Verkehr ischen den Haupt- und Hilfswerken rmittelt, und unter dem in einem geuerten Kanal die Gasleitung von den serzeugern nach dem Stahlwerk führt. e Verkehrswege des Erzeugnisses d so geführt, daß das Fertigerzeug- wieder in den Bereich der Maetkrane kommt und von diesen f dieselben Wagen verladen wird, die zuvor den Schrott tragen d durch den Magnetkran zum Lagerplatz für die Fertigerzeugsse verschoben werden.

Inneres des Martinwerkes.

Die Sohle des Schrottlagerplatzes ist gegen Hüttenflur um m vertieft, so daß insgesamt rd. 5000 m³ Raum zur Schrottlagerung verfügbar sind. Die Sohle des Schrottlagerplatzes mit ganz geringer Neigung gegen die Ecken aus feinem, mit mentmilch eingewalztem Schotter ausgeführt. Für die Entwässerung ist durch einige in den Ecken angebrachte Kanalgitter, die zu Sickergruben führen, gesorgt. Die Anordnung hat sich bestens bewährt, und die Sohle hat trotz schwerster Beanspruchung zu keinen Ausbesserungen Anlaß gegeben.

Für die geplante Erzeugung von 150 t Stahl in 24 h sind 2 kippbare Martinöfen von je normal 15 t Herdinhalt aufgestellt. (5½ Beschickungen in 24 h, 14 Tage Neuzustellung nach je 500 Beschickungen.) Für den elektrischen Ofen ist eine Erzeugung von 25 t legierten Geschützrohrstahls in 24 h und dementsprechend und mit Rücksicht auf die schwersten zu vergießenden Blöcke ein Herdinhalt von 6 t vorgesehen. Die Martinöfen dienen hierbei mit einem jeweils ausgekippten Teil ihres Herdinhalts als Vorfrischer für den elektrischen Ofen. Für eine Leistungssteigerung um 50 vH können die Martinöfen bis 22,5 t fassen, wobei die Abmessungeu des Bades 7000 × 2500 m² bei 400 mm größter Badtiefe betragen. Dementsprechend sind auch die Regeneratorkammern mit 38 m³ Gittermauerwerk für den Luftraum und 26 m³ für den Gasraum (Generatorgas aus hochwertigen Braunkohlen von 1400 bis 1450 kcal/m³) reichlich bemessen.

Die Gesamtanordnung des Stahlwerks, Abb. 2 und 3, mit Schrottplatz, hochliegender Muldenbank und darunter liegender Gasleitung entspricht der üblichen Anordnung kleinerer Werke. Die Mulden werden vom Magnetkran beschickt und nach dem Wiegen von der Beschickmaschine in den Ofen geführt. Die Beschick- und die Gießseite sind voneinander getrennt. Ungewöhnlich ist die Anordnung der Essen jenseits der Gießseite, doch erscheint mir die Anordnung in der Form zweckmäßiger als die Aufstellung der Essen jenseits des Schrottplatzes, wo die Rauchkanäle durch die Belastung des Schrottplatzes leicht der Gefahr des Zerdrücktwerdens ausgesetzt sind. Bei einer Anordnung wie der vorliegenden ist sorgfältig darauf zu sehen, daß die Führung der Rauchkanäle den Gießgruben ausweicht, da bei fehlerhaftem Umsteuern die Gefahr von Knallern im Fuchs besteht, die bei unter den Gießplatten durchgeführten Abgaskanälen die Gießplatte erschüttern und während des Gusses zu Verlusten und Gefährdung der Arbeiter Anlaß geben können.

Mit Rücksicht auf den schon verhältnismäßig bald nach Kriegsbeginn in Österreich auftretenden Eisenmangel mußten

die ganzen Werkanlagen aus Eisenbeton ausgeführt werden, was insbesondere beim Stahlwerk zu neuen und bemerkenswerten Aufgaben führte.

Die Halle, Abb. 2 u. 3, ausgeführt von Wayß & Freytag A.-G. und Meinong, Wien, bei deren Entwurf auf möglichst große Weite der Gießhalle gesehen wurde, besteht aus Rahmen, die in Entfernungen von je 6,65 m in fester Verbindung mit der

Abb. 1. Lageplan des Martin- und Elektrostahlwerkes für das ehemalige k. u. k. Artillerie-Arsenal in Wien. 1:5000.

Gründung ausgeführt sind und außerdem durch Anordnung eines Hauptlängsträgers unsymmetrisch unterstützt werden. Der Hauptträger besteht aus Trapezsprengwerken von 20 m Spannweite, die durch die Ofenabmessungen bedingt ist; die wagerechten Auflagerdrücke der Sprengwerke sind durch einbetonierte Zugstangen aufgenommen. Zur Aufnahme der gleichfalls aus Eisenbeton hergestellten Kranträger dienen außer den erwähnten in 20 m Entfernung angeordneten Mittelsäulen je 2 Hängesäulen in jedem Feld. Wegen der großen Temperaturschwankungen, denen das Gebäude als Stahlwerkhalle unterworfen ist, wurde es durch zwei Ausdehnungsfugen in der Länge geteilt. Aus demselben Grunde wurde auch die ebenfalls in Eisenbeton ausgeführte Beschickbühne rund um die Öfen überall auf eigene Säulen gestellt und zur Versteifung der Rahmenbinder nicht herangezogen.

Da der Baugrund sehr schlecht war (frische Aufschüttung, gewachsener Boden war erst in 8 bis 10 m Tiefe vorhanden), wurde das ganze Gebäude auf 8 m lange mit Rohr und Kern geschlagene Betonpfähle gestellt, die durch eine oben eingebrachte Eisenbewehrung mit den darauf lastenden Gründungsklötzen fest verbunden sind. Aus demselben Grunde wurden auch die Regeneratorkammern in große Betonwannen gestellt, zugleich deshalb, um zuverlässige Sicherheit gegen den Eintritt von Sickerwasser zu haben.

Das Titelbild gibt eine Innenansicht der Halle während der Zurichtung der Kammern, aus der die luftige und übersichtliche Anordnung der Tragkonstruktion und die Gründung des einen Mittelpfeilers deutlich ersichtlich ist. Die Ausmauerung der Außenwände zwischen den Trägern mit Ziegelmauerwerk ist einen Stein dick.

Schwierigkeiten in der Raumausteilung infolge der Ausführung in Eisenbeton ergaben sich an drei Stellen. Zunächst wird die aus Eisenbeton hergestellte Kranbahn wesentlich breiter als eine solche aus Walzeisen, indem der Abstand der Schienenmitten der Beschick- und Gießkräne 1500 mm beträgt, während bei Eisen nur etwa 800 mm erforderlich sind. Hierdurch ist die Lage der Ofenmitte genau bestimmt, wenn anders man nicht bei der Zustellung des Ofens mit dem Anfahren der Krane ins Gedränge kommen will. Läuft, wie im vorliegenden Fall, die Hilfskatze des Gießkrans auf dem Untergurt unter der Hauptkatze durch, und ist die Hilfskatze der Beschickmaschine an der Ofenseite angeordnet, so sind trotzdem alle schweren Ofenbauteile den Hebezeugen erreichbar. Die Befestigung der Kranschienen ist aus Abb. 4 ersichtlich. Als Druck verteilende Zwischenlage sind schwere Eichenbohlen gewählt worden. Die Anordnung hat sich gut bewährt; die Krane laufen auch unter Last vollkommen stoßfrei und viel geräuschloser als auf einer eisernen Kranbahn. Auf die Anordnung der Steinschrauben ist gleich beim Bau Rücksicht zu nehmen, da in den Stützpunkten der Kranbahnen die Eiseneinlagen in der obersten Faser verlaufen.

Eine weitere Schwierigkeit ergaben die 1200 mm weit ausladenden Hauptträger zwischen der Muldenbank und der Bühne, da durch deren starkes Vortreten die Drehbewegung der Beschickmaschine vor dem Ofen gehindert ist. Zur Vermeidung dieses Übelstandes wurden nur die zwischen den Öfen befindlichen Hauptrahmen so ausgeführt, während die Zwischenrahmen unten in Eisenbeton mit nur 600 mm Ausladung ausgeführt wur[illegible], wodurch vor dem Ofen größerer freier Raum geschaffen [illegible].

Die letzte Schwierigkeit ergab sich bei der Anordnung [illegible] Bühnenhauptträger, die das Gewicht der ausfahrbaren Kö[illegible] aufzunehmen haben, und für deren Bauhöhe, wenn die Of[illegible] kammern nicht allzu tief gelegt werden sollen, nur gerin[illegible] Raum zur Verfügung steht. Auch diese Schwierigkeit ist du[illegible] eine entsprechende Verbreiterung der Hauptträger und schwe[illegible] Eisenbewehrung zu überwinden.

Die Beschickbühne ist mit 35 mm dicken Gußplatten bel[illegible], die auf einer elastischen Sandunterlage gebettet sind. Zur lei[illegible] teren Neuzustellung der ausfahrbaren Köpfe sind in der Bü[illegible] Öffnungen vorhanden, durch die bei ausgefahrenem Kopf [illegible] Luft- und Gaskanäle von unten zugänglich werden. Diese [illegible] ordnung empfiehlt sich allgemein, weil dadurch die für die N[illegible] zustellung der Köpfe erforderliche Zeit beträchtlich verring[illegible] werden kann.

Die Öfen entsprechen der bekannten Anordnung der A.[illegible] Lauchhammer[1]) (jetzt Rheinische Metallwaren- und Maschin[illegible] fabrik, Düsseldorf) mit vorgezogenen Kammern in allseits [illegible] schließender Blechummantelung. Die vorgezogenen Kammern [illegible] möglichen eine bessere Zugänglichkeit und erlauben die [illegible] ordnung sehr großer Schlackensäcke unter den Köpfen. [illegible] Schlackenkammern sind nach Hinwegnahme eines besonders [illegible] gesetzten Teiles der Blechummantelung und des dahinter lieg[illegible] den Blendmauerwerks leicht zur Reinigung befahrbar. Die [illegible] schlossene Blechummantelung baut sich gegenüber der norma[illegible]

Abb. 2 u. 3. Längs- und Querschnitt durch das Stahlwerk.

Bewehrung der Kammern im Eisengewicht nur unwesentli[illegible] schwerer und bietet den großen Vorteil vollkommener Dichth[illegible]. Die Innenausmauerung ist mit geringem Spiel zugestellt u[illegible] legt sich bei der nachfolgenden Erhitzung vollkommen dichte[illegible] an den Blechpanzer an, durch den auch eine sehr erhöhte Lebe[illegible] dauer des Kammermauerwerks gewährleistet wird. Die Öf[illegible] sind ausschließlich für das Schrott-Roheisenverfahren bestim[illegible] und basisch zugestellt, die geschweißten Türrahmen wasser[illegible] kühlt.

Die Hebezeuge stammen von der A.-G. Lauchhammer. [illegible] Rücksicht auf die geringe Gebäudelänge und die kleine Fa[illegible] geschwindigkeit des Gießkrans konnte auf eine starre Führu[illegible] der Pfanne verzichtet werden, die außerdem durch die be[illegible] Anfahren des Kranes auftretenden Beschleunigungsdrücke V[illegible] drehungsbeanspruchungen der Kranbrücke ergibt, ebenso au[illegible] auf Höhenverstellung der Königsäule der Beschickmaschine, [illegible] die Schwingbewegung des Muldenschwengels genügt, um [illegible] groß gehaltenen Ofentüren auch bei sperrigem Einsatz mit d[illegible] Mulde über den Beschickungsberg zu kommen. Auf der Gie[illegible] kranbahn läuft noch ein Blockkran von 10 t Tragkraft zum A[illegible] heben der Gießformen und Ausheben der Blöcke. Dieser Kran fäh[illegible] durch eine Klapptür ins Freie und bedient auch den Blocklagerpla[illegible]

Bei den Magnetkranen ist die Anordnung der auf dem Obergurt fahrenden Katze mit mitfahrendem Führerkorb bemerkenswert, wodurch der Kranführer das Arbeiten des Lasthebemagneten an jeder Stelle gut beobachten kann. Die Magnete sind mit Aluminiumwicklung ausgeführt, deren Draht flachrechteckigen Querschnitt hat und in mehreren übereinanderliegenden gleichachsig gewickelten Spulen den Kern umgibt. Da

Abb. 4. Befestigung der Kranschienen.

[1]) Vergl. Z. 1919 S. 1287.

ischen den einzelnen Windungen einer Spule der Spannungs-
fall nur etwa 0,5 V beträgt, genügt zur Isolierung die sich
der Oberfläche des Drahtes bildende Aluminiumoxydschicht,
bei Erhitzung des Drahtes mit nachfolgendem Wasserauf-
ß entsteht. Die einzelnen Spulen sind gegeneinander durch
immer isoliert. Stellt sich während des Betriebes infolge von
lationsstörungen ein Nachlassen der Hebekraft heraus, so
ügt es, den Magneten durch dauerndes Unterstromhalten heiß
rden zu lassen und ihn dann mit Wasser zu begießen, um
eder vollkommene Isolation zu erreichen. Die Magneten haben
h allen Anforderungen des rauhesten Hüttenbetriebes ge-
chsen gezeigt.

Die Aufstellung von elektrischen Öfen in normalen Stahl-
rken begegnet der Schwierigkeit, daß der elektrische Teil vor
schädigung geschützt und dem Staub des Hüttenwerkbetriebes
tzogen sein muß. Dies läßt sich bei Induktionsöfen leicht er-
chen, da der Phasenumformer ohne Schwierigkeit in einem
tfernt liegendem Raum aufgestellt und durch gepanzerte Hoch-
annungskabel mit dem Ofen verbunden werden kann. Induk-
nsöfen kommen aber nur für ununterbrochenen Betrieb zweck-
ißig in Frage, da bei oftmaliger Abkühlung ein Zerreißen der
gförmigen Herdzustellung nicht zu vermeiden ist. Im ge-
benen Fall, wo der Betrieb des Elektroofens nur nach Bedarf
twendig war, konnte daher allein ein mit Niederspannung zu
treibender Lichtbogen-Widerstandsofen mit muldenförmigem
rd in Betracht kommen. Der dazu gehörige Transformator
ußte wegen der hohen Kosten der bis 10 000 A führenden

Abb. 3.

eitungen und insbesondere wegen der in diesen bei plötzlichen
nderungen der Stromstärke, Kurzschlüssen und Abreißen des
ichtbogens auftretenden sehr starken elektrostatischen Kräfte
öglichst in der Nähe des Ofens aufgestellt werden. Ich habe
aher die in **Abb. 5** und **6** dargestellte Anordnung angegeben,
ie auch die Aufstellung eines zweiten gleichen elektrischen
fens ermöglicht.

Die Hochspannungs-Regeltransformatoren für Drehstrom
on je 1000 kVA und 48 Per./s bei 5000/16-107-98-89 V und
18,5/5120 A stehen für beide Öfen nebeneinander in einer
wischen den Ofengründungen befindlichen Grube, so daß sich
ie kürzesten Leitungen zu den Öfen ergeben. Die Grube ist
it einer schweren aus Eisenbeton ausgeführten Decke, die für
000 kg/m² Belastung bemessen ist, bedeckt, so daß sich der
Hüttenbetrieb dort ungestört vollziehen kann. Neben der Grube
efindet sich ein durch ein schweres Geländer geschützter Ein-
teigschacht, von dem aus die Transformatoren durch feuer-
ichere Türen zugänglich sind. Dem Transformator führt
in betonierter Schlauch von zwei Ventilatoren, die aus dem
Freien ansaugen, Kühlluft zu, die, durch Blechstreifen-Vorhänge
n den Einsteigschacht gelangend, in diesem aufsteigt. Der Ein-
teigschacht ist so breit ausgeführt, daß die Transformatoren in
hn ausgefahren werden können, wodurch sie in den Bereich der
Gießkrankatze kommen. Die Ventilatoren befinden sich in einem
esonders abgeschlossenen Raum, in dem auch der Umformer
ür die Elektroden-Regelmotoren steht und dessen vordere Glas-
wand Spannungs- und Stromanzeiger sowie die Elektroden-
Regelvorrichtungen enthält, so daß der Ofenmeister vom Ofen
us, ohne bei seiner Arbeit gehindert zu sein, die im Ofen auf-
retenden elektrischen Vorgänge gut überwachen kann. Der
lektrische Ofen, Bauart Héroult-Lindenberg, ist mit seiner Mitte
unter das Zugband des Hauptträgers gestellt, an dem eine ver-
fahrbare elektrische Laufkatze von 2000 kg Tragkraft das Ab-
heben der Deckel besorgt. Die Gießgrube vor dem elektrischen
Ofen befindet sich im Bereich der Gießkranlaufkatze, die
Schlackengrube hinter dem Ofen im Bereich der Hilfskatze der
Beschickmaschine.

Die Verbindungsleitungen zwischen dem Transformator
und dem Ofen bestehen aus vier miteinander unter Beilage von
ölgetränkten Holzplatten verschraubten Aluminiumlamellen von
zusammen $4 \times 155 \times 10{,}5$ mm² Querschnitt für jede Phase.

Über die gesamten beim Bau des Werkes in Eisenbeton statt
in Eisen gemachten Erfahrungen ist folgendes zu berichten:

Zunächst ist für Eisenbetonbauten dieser Art ein genauer
und von vornherein bereits bis in Einzelheiten festgelegter Ent-
wurf erforderlich, da nachträgliche Änderungen und Zufügungen
schwierig und mit größeren Kosten verbunden sind. Z. B. ist
schon vor dem Aufbau der Bühne auf die Anordnung aller Rohr-
leitungen, Seilzüge und ihrer Rollen zur Betätigung der Um-

Abb. 5 und 6. Elektroofen-Tiefbauplan.

steuerorgane Rücksicht zu nehmen und durch Einlage von Holzpacken für die Möglichkeit nachträglicher Anbringung von Kleinigkeiten zu sorgen. Ist diese Arbeit sorgfältig geleistet, so stellt sich die Bauzeit für Eisenbeton nicht wesentlich höher als für Eisen, wenn die Zurichtungsarbeiten der Eisenkonstruktion in der Fabrik mit eingerechnet werden. Der oft geäußerten
Anschauung, daß es bei Ausführung aus Eisenbeton schwer sei,
den sich später herausstellenden, durch Betriebsänderungen be-
dingten Anforderungen anzupassen, vermag ich kein Gewicht
beizulegen: Grundlegender Änderung ist auch der Eisenbau nicht
fähig, und ein Durchbruch der aus Ziegeln ausgeführten Mauern
ist in dem einen wie in dem anderen Fall möglich. Der Eisen-
verbrauch für die Halle beträgt bei Ausführung aus Eisenbeton
etwa 30 bis 35 vH dessen bei Ausführung nur aus Eisen. Ein
Kostenvergleich ist nur bei genauer Kenntnis der Kosten des
Schalungsholzes, Zementes und Eisens möglich. Im allgemeinen
wird sich der Preis einer aus Eisenbeton ausgeführten Halle
etwas höher stellen, wenn die Halle der einzige an Ort und Stelle
ausgeführte Bau in Eisenbeton ist, da dann das Schalungsholz
nicht mehr verwendet werden kann. Andernfalls wird sich bei
normalen Verhältnissen der Preis ziemlich ausgleichen. Der
Verbrauch an Schalungsholz beträgt, wenn der nicht wieder ver-
wendbare Teil des Holzes gerechnet wird, ungefähr 30 vH des
gesamten Verbrauches. [1399]

Versuche über die Wirkung verschiedenartiger Nietverbindungen doppelteiliger Druckstäbe.

Von Professor H. Kayser, Darmstadt.

Die Bindung doppelteiliger Druckstäbe im Eisenbau, bestehend aus zwei kreuzweise angeordneten Winkeln, erfolgt entweder durch kreuzweise, mit je einem Niet oder durch versetzte, mit je zwei Nieten angeschlossene Bindebleche. Über den Wert beider Anordnungen gehen die Ansichten vielfach auseinander. Der Verfasser hat daher durch Versuche festgestellt, daß bei gleicher Entfernung der Bindungen beide Anordnungen gleichwertig sind. Außerdem haben die Versuche wertvolle Aufschlüsse über die Wirkungsweise derartiger Druckstäbe und über die Abminderung der Tragkraft gegeben.

Die im folgenden besprochenen, in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Darmstadt durchgeführten Versuche hatten den Zweck, die verschiedenen möglichen Anordnungen der Bindebleche eines aus zwei gekreuzten Winkeln bestehenden Druckstabes kritisch zu untersuchen, Abb. 1. Bei dem Stab A waren beide Winkel durch kreuzweis angeordnete Bindebleche verbunden, die mit je einem Niet an die Winkel angeschlossen waren, Stab B hatte demgegenüber einfache versetzte Bindebleche, die doppelt vernietet waren.

Die Entfernung e der Bindebleche wurde zu $e < \frac{100\,W'}{F'}$ gewählt, wobei W' das kleinste Widerstandsmoment und F' den Querschnitt der einen Stabhälfte bedeutet. Die Länge der Stäbe betrug 3,54 m; zusammengesetzt waren sie aus je zwei Winkeln 60 · 60 · 6. Die Gesamtanordnung der Stäbe sowie die Endausbildung und die Aufstellung der Apparate zur Messung der Durchbiegungen zeigen Abb. 2 und 3.

Der aus der Eulergleichung sich ergebende Biegungswiderstand R_1 (Knickkraft) ist für die Achse des kleinsten Trägheitsmomentes, Abb. 4,

$$R_1 = \frac{\pi^2 E J}{l^2} = 12{,}2\ \text{t}$$

und für die Achse parallel den Winkelschenkeln $R_2 = 17{,}9$ t. Da bei gelenkiger Lagerung der Enden infolge der Wirkung des Endknotenbleches der Stab weder um die kleinste Trägheitsachse noch um die Achse parallel den Winkelschenkeln ausbiegen wird, so liegt die zu erwartende theoretische Knickkraft zwischen beiden Werten; außerdem ist mit einer Abminderung infolge der unvollkommenen Verbindung der beiden Stabhälften durch die Bindungen zu rechnen. Zur Feststellung der tatsächlichen Knickkraft wurden Biege- und Druckversuche ausgeführt. Nach den in Z. 1917 S. 92 veröffentlichten Versuchen läßt sich die tatsächliche Knickkraft eines Stabes durch die Verbiegung in Stabmitte infolge einer senkrecht zur Stabachse wirkenden Kraft herleiten, und zwar ist $R = \frac{0{,}2\,Q\,l}{f}$, wenn Q die in Stabmitte senkrecht zur Achse angreifende Belastung, l die Stablänge und f die Ausbiegung in Stabmitte infolge der Belastung Q bedeutet. Mit Rücksicht auf die unsymmetrische Gestaltung des Stabes zu den verschiedenen Schwerpunktachsen und zur Befestigung des Endknotenbleches wurden die Biegeversuche für die folgenden drei maßgebenden Achsrichtungen durchgeführt:

a) parallel zu den Schenkeln der Winkeleisen und senkrecht zur Ebene des Knotenbleches,

b) parallel zu den Winkelschenkeln und parallel zu der Ebene des Knotenbleches und

c) senkrecht zur Achse des kleinsten Trägheitsmomentes.

Die Enden der Stäbe wurden gelenkig gelagert, Abb. 4 u. 5. Die Belastung erfolgte in Stufen von 25 und 50 kg unmittelbar durch Gewichte mittels einer Wagschale in Stabmitte; die Durchbiegungen wurden sowohl bei der Belastung wie bei der Entlastung gemessen, jeder Versuch wurde dreimal wiederholt. Als Beispiel sind die für Stab A, Anordnung c gewonnenen Durchbiegungen und die Auswertung derselben in Abb. 6 beigefügt.

Abb. 1. Querschnitt eines Druckstabes aus gekreuzten Winkeln.

Abb 2. Stab A.

Abb. 3. Stab B.

Abb. 4 und 5. Lagerung beim Biegeversuch nach c.

Abb. 6. Durchbiegung des Stabes A beim Biegeversuch, Anordnung c, und Auswertung des Versuches.

Zahlentafel der Durchbiegungen.

Q	f
25 kg	0,105 cm
50 „	0,253 „
100 „	0,555 „
150 „	0,857 „

Bestimmung von R.

Laststufe 0 bis 50; $R = \frac{0{,}2 \cdot 50 \cdot 354}{0{,}253} = 14\,000$ kg

Laststufe 50 „ 100; $R = \frac{0{,}2 \cdot 50 \cdot 354}{0{,}302} = 11\,700$ kg

Laststufe 100 „ 150; $R = \frac{0{,}2 \cdot 50 \cdot 354}{0{,}302} = 11\,700$ kg

Laststufe 0 „ 100; $R = \frac{0{,}2 \cdot 100 \cdot 354}{0{,}555} = 12\,730$ kg

Laststufe 50 „ 150; $R = \frac{0{,}2 \cdot 100 \cdot 354}{0{,}604} = 11\,700$ kg

Laststufe 0 „ 150; $R = \frac{0{,}2 \cdot 150 \cdot 354}{0{,}857} = 12\,400$ kg

$\Sigma = 74\,230$ kg

Mittelwert $R = \frac{74\,230}{6} = 12\,370$ kg

Als Mittelwerte ergaben sich:

	Stab A	B
Versuchsanordnung a)	14,48 t	14,75 t
„ b)	15,60 t	16,90 t
„ c)	12,37 t	12,23 t.

Die Wirkung der verschiedenen Arten der Bindung weicht ach nur wenig voneinander ab. Der Biegungswiderstand für Ausbiegung senkrecht zur Ebene des Knotenblechs (Versuchsanordnung a) bleibt hinter dem für Ausbiegung parallel Knotenblech (Versuchsanordnung b) merkbar zurück; das Knotenblech übt also eine dementsprechende Einspannung aus. Durchbiegung senkrecht zur Achse des kleinsten Trägheitsmomentes (Versuchsanordnung c) tritt gegenüber dem Eulerwert von 12,20 t überhaupt keine Abminderung ein: Die Ursache für liegt darin, daß erstens die Wirkungsweise der Bindungen hier besser ist, da sowohl bei den gekreuzten wie bei den fachen versetzten Bindeblechen beide Bindebleche mitwirken, daß zweitens die Ausbiegungen auch infolge der Einspannung an den Knotenblechen kleiner ausfallen.

Die voraussichtliche Knickkraft ergibt sich als Mittelwert Anordnungen a und c

für den Stab A zu $R = \frac{14{,}48 + 12{,}37}{2} = 13{,}42$ t

und für den Stab B zu $R = \frac{14{,}75 + 12{,}23}{2} = 13{,}49$ t.

Diese auf Grund der Biegeversuche erhaltenen Werte wurden durch Druckversuche nachgeprüft. Die Fußpunkte der Stäbe wurden dabei auf einer Schneide gelagert derart, daß die Schneide

1. parallel dem Knotenblech,
2. senkrecht zum Knotenblech,
3. parallel der Achse des kleinsten Trägheitsmomentes verlief.

Abb. 7. Ausbiegung der Stabmitte Stab B, beim Druckversuch Anordnung 2, und Auswertung.

Durch diese verschiedenen Versuchsanordnungen sollten der kleinste Wert der Knickkraft gefunden und die Wirkung des Knotenblechs und der Endbefestigung ermittelt werden. Die Belastung wurde in einzelnen Stufen eingeleitet und für jeden Belastungsfall die Durchbiegung gemessen. Dann läßt sich mit Hilfe der bekannten Gleichung für die Größe der Ausbiegung von Druckstäben:

$$f = \frac{R f_0}{R - P},$$

aus zwei Werten f der Ausbiegung sowohl die Knickkraft R wie die anfängliche Ausbiegung f_0 bestimmen.

Ein Beispiel gibt Abb. 7.

Bestimmung von R aus den senkrechten ($= R'$) und wagerechten Durchbiegungen ($= R''$).

$$5{,}70 = \frac{R' f_0}{R' - 14\,000} \qquad 7{,}20 = \frac{R'' f_0}{R'' - 13\,000}$$

$$0{,}30 = \frac{R' f_0}{R' - 4000} \qquad 0{,}60 = \frac{R'' f_0}{R'' - 4000}$$

$$\frac{R' - 4000}{R' - 14\,000} = \frac{5{,}70}{0{,}30} \qquad \frac{R'' - 4000}{R'' - 13\,000} = \frac{7{,}20}{0{,}60}$$

$$18\,R' = 262\,000 \qquad 11\,R'' = 152\,000$$

$$R' = 14\,500 \qquad R'' = 13\,800$$

$$R_m = \frac{14\,500 + 13\,800}{2} = 14\,150.$$

Zusammenstellung 1. Versuchsergebnisse.

Versuchsanordnung		Werte aus den Druckversuchen Stab A t	Stab B t	Werte aus den Biegeversuchen Stab A t	Stab B t	Eulerwert
1		18,20	14,00	Anordnung a 14,48	Anordnung a 14,75	17,90
2		13,45	14,15	Anordnung a und c 13,425	Anordnung a und c 13,49	$\frac{17{,}90 + 12{,}20}{2} = 15{,}05$
3		13,55	14,50	13,425	13,49	15,05

Jeder Druckversuch wurde dreimal durchgeführt, wobei die Belastung bis in die Nähe der Knickkraft gesteigert wurde, nachdem durch Vorberechnungen festgestellt worden war, daß in keinem Stabteile hierbei übermäßige Beanspruchungen zu erwarten waren. Die gefundenen Mittelwerte enthält Zusammenstellung 1, sie sind mit den aus den Biegeversuchen ermittelten und den aus der Berechnung nach Euler sich ergebenden Größen für die Knickkraft verglichen.

Die Mehrzahl der Versuche ergab also eine ziemlich übereinstimmende Knickkraft zwischen 13,45 und 14,50 t, nur der Stab A_1 wich auffallend ab, indem seine Druckkraft 18,2 t betrug. Diese auffallende Erscheinung ist wohl darauf zurückzuführen, daß zufällig dieser Stab ungewöhnlich gerade und zentrisch belastet war.

Zur Feststellung der verschiedenen Wirkung der Lagerung wurden die Ausbiegungen außer in Stabmitte noch an mehreren anderen Punkten gemessen und die so festgestellten Knickbiegelinien für die jeweils erreichte größte Druckkraft aufgezeichnet, Abb. 8 bis 10. Es zeigt sich klar, daß bei wagerechtem Knoten-

Abb. 8. Anordnung 1, Schneide und Knotenblech wagerecht.

Abb. 9. Anordnung 2, Schneide senkrecht, Knotenblech wagerecht.

Abb. 10. Anordnung 3, Schneide diagonal, Knotenblech wagerecht.

Abb. 8 bis 10. Knickbiegelinien des Stabes B.

blech und wagerechter Anordnung der Schneide eine gewisse Einspannung des Stabendes vorhanden ist, die im wesentlichen nur eine senkrechte Ausbiegung der Stabachse gestattet. Bei den anderen Anordnungen der Lagerung der Schneide ergeben sich sowohl senkrechte wie wagerechte Ausbiegungen, aus deren Verhältnis zueinander man den Einfluß des Knotenbleches und der Lagerung des Stabendes erkennt. Als Ergebnis der Versuche kann festgestellt werden:

1. Die Knickkraft vergitterter Druckstäbe ist im allgemeinen kleiner als der Eulersche Wert, da das in Rechnung gestellte Trägheitsmoment nicht vollkommen wirkt. Der Unterschied beträgt bis zu 20 vH.

2. Für die Tragkraft eines doppelteiligen Druckstabes ist es bedeutungslos, ob die Bindung nach der Anordnung A (kreuzweise und einnietig) oder nach der Anordnung B (versetzt und zweinietig) zur Anwendung kommt.

3. Zur Feststellung der tatsächlichen Knickkraft kann neben dem reinen Druckversuch auch der Biegeversuch herangezogen werden. Es empfiehlt sich hierbei, den Stab um die bei der Knickung in Betracht kommenden Schwerpunktachsen zu verbiegen und aus den erhaltenen Werten des Biegungswiderstandes das Mittel zu nehmen. Derartige Biegeversuche haben Vorzug, daß sie verhältnismäßig einfach und mit geringen Kos auszuführen sind und insbesondere für die Beurteilung versch dener Möglichkeiten der Vergitterung doppelteiliger Druckst einen guten Anhalt bieten.

4. Die Berechnung doppelteiliger gebundener Druckst der untersuchten Form kann bei gelenkiger oder nahezu lenkiger Lagerung der Stabenden für einen Schlankheitsg $\frac{l}{i} > 105$ nach der Eulerformel erfolgen, und zwar entweder Einführung der vollen Stablänge und dem Trägheitsmoment die zu den Schenkeln parallele Schwerpunktachse, wobei einer Abminderung von 25 vH zu rechnen ist, oder mit Einf rung der vollen Stablängen und dem kleinsten Trägheitsmom wobei ein Zuschlag von 10 vH zulässig erscheint. Bei Stäb bei denen durch die Ausführung eine gewisse Einspannung Stabenden gewährleistet ist, können diese rechnungsmäßi Werte etwas erhöht werden, indem man statt der vollen St länge l in die Eulergleichung 0,8 bis 0,9 l einführt. Eine weit Herabminderung des Wertes l dürfte sich jedoch in den meis Fällen nicht empfehlen. [1641]

Kohlenstaubfeuerung für Dampfkessel.

Die seit einiger Zeit im Kraftwerk der Bruay-Gruben angestellten Versuche mit Kohlenstaubfeuerungen für Dampfkessel, worüber Obering. M. Sohm[1]) eingehend berichtet, bieten auch für deutsche Verhältnisse viel Neues. Z. B. wurden folgende physikalischen Eigenschaften der Feinkohle festgestellt: Die Dichte richtet sich nach der Feinheit und Feuchtigkeit der Kohle und beträgt rd. 500 bis 850 kg/m³. Der Böschungswinkel hängt bei Kohlenstaub von 1,5 vH Feuchtigkeit von der Mahlfeinheit und der Art der Unterlage ab. Kohlenstaub, der durch ein Sieb mit 1000 Maschen auf 1 cm² durchgeht, fließt nicht, sondern formt einen natürlichen Kegel. Kohlenstaub aus einem Sieb mit 1000 bis 6200 Maschen auf 1 cm² neigt dagegen zum Fließen und bildet einen Kegel mit abgerundetem Fuß. Staub aus einem Sieb mit 6200 bis 14 000 Maschen auf 1 cm² bildet überhaupt keinen Kegel mehr, sondern breitet sich flach aus und bildet abgerundete Ränder. Diese Ergebnisse haben besondre Bedeutung für den Bau der Bunker. In der Anlage von Bruay breitete sich in den Bunkern von je $3{,}5 \times 1{,}8 = 6{,}3$ m² Querschnitt der aus Rohren von 300 mm Dmr. herabfallende Kohlenstaub wagerecht aus. Für die Größe der Verbrennungskammer sind die Feinheit des Kohlenstaubes, die Brenndauer (Flammenlänge, Einblasegeschwindigkeit) und die Zündgeschwindigkeit des Gemisches aus Kohlenstaub und Luft maßgebend. Die Kammer soll für je 1 t/h verfeuerten Kohlenstaubes mehr als 40 m³ Inhalt haben (in Deutschland ist man schon unter diesen Wert gelangt). Die Grundlage für eine Bemessung der Verbrennungskammer ist die Feuerdichte, der ein zu kleiner Raum nicht standhalten kann. Maßgebend ist aber wohl, daß man die unmittelbare Berührung der Flamme mit dem Mauerwerk vermeiden soll. In 0,5 m Abstand unter den Brennerdüsen hat man 1350 °C gemessen, was mit deutschen Versuchen übereinstimmt.

Im Aschenfall des Verbrennungsraumes lagerte sich nur glasige Schlacke ab, sie betrug ungefähr ein Drittel der Gesamtrückstände. Ihre Menge hängt u. a. von der Zugstärke, vom Schmelzpunkt der Asche und vom Feinheitsgrad des Kohlenstaubes ab. Im hinteren Zuge lag weniger Flugasche als bei den Nachbarkesseln mit Unterwindgebläse. Die Kohlenstaubfeuerung hat folgende Vorteile ergeben: Kohle mit 40 vH höchstem Aschengehalt sowie gasarme oder feinkörnige Kohle aus Windsichtern, Siebereien, Wäschen oder Staubfängern läßt sich gut verfeuern; man kann dabei die Leistung der Kessel um 50 bis 70 vH steigern, bessere Ausnutzung erzielen und die Bedienungsmannschaften vermindern; außerdem kann man den Betrieb leichter und schneller anpassen und rauchlose Verbrennung sowie gesundere Aufenthaltverhältnisse für die Heizer erhalten. Auch die Möglichkeit, alle Maschinenanlagen aus dem Kesselhaus zu entfernen und in einem besondern Gebäude unterzubringen, das leichte Ingangsetzen des Feuers längere Zeit, nachdem die Feuerung abgestellt ist, ohne Hilfsbrennstoffe und die Verwendung der unverbrannten Rückstände aus den Feuerungen der Nachbarkessel bieten wertvolle Vorteile.

Der Trockner dieser Anlage besteht aus einer drehbaren Trommel, die mit Kohlenstaub geheizt wird. Außerdem ist er mit einer Handfeuerung versehen. Er liefert in 16 h den Bedarf an Kohlenstaub für 24 h. Die Staubgase umspülen zuerst den äußeren Mantel und treten dann in das Innere der Trommel ein. Ihre Temperatur beträgt 150 °C. Bei einem Laboratoriumversuch mit Kohle von 0 bis 3 mm Korngröße hat man nach sechsstündiger Erhitzung auf 180 ° und darauffolgender einstündiger Erhitzung auf 200 °C einen Verlust von 1 bis 2 vH an flüchtigen Bestandteilen bei unverändertem Aschengehalt festgestellt; hiernach ist anzunehmen, daß auch bei 150 °C keine wesentlichen Verluste eintreten. Die Kohle verbleibt 15 bis 20 min in der für 0 bis 10 mm Korngröße gebauten Trommel.

Ueber einen Magnetscheider, eine einfache Trommel, in deren Innern ein mit Strom von 110 bis 120 V erregter Elektromagnet angeordnet ist, gelangt die Kohle in drei Raymond-Mühlen, wovon zwei in 16 stündiger Leistung den Tagesbedarf decken; die dritte dient als Aushilfe. Von dem gelieferten Kohlenstaub gehen 100 vH durch das 1000-Maschen-Sieb, 80 vH durch das 6200- und 60 vH durch 14 000-Maschen-Sieb. Jede Mühle hat fünf Pendelrollen von 390 mm D und 160 mm Höhe, die je 140 kg wiegen. Der Kraftverbrauch Mühlen beträgt bei 5 t/h Leistungsfähigkeit 75 kWh, also 15 kWh/t.

Auf die Dichtheit der Rohrleitungen, durch die der Kohlenst zu den Bunkern gelangt, ist großes Gewicht gelegt. Sie sollen ni zu schwach sein, möglichst wenige und schlanke Bogen haben statt durch Flansche möglichst autogen verbunden werden.

Unfälle durch Explosionen sind in dieser Anlage noch nicht gekommen. Kennzeichnend für die Gefahren der Kohlenstaubfeuerung sind aber folgende Fälle aus andern Betrieben: Bei dem Versuch ei Arbeiters einer Zementfabrik, einen abgestellten und schon erkalte Drehofen wieder zu entzünden, lagerte sich der Brennstoff im hinte Teil des Drehofens und in der Flugaschenkammer des Schornsteins und entzündete sich dort, wodurch der Schornstein teilweise zerst wurde. In einer andern Zementfabrik ließ man einen Zementdreho erkalten, um ihn auszubessern, und ließ, damit der Ofen schneller kühlte, den Ventilator allein laufen, wobei man den Ofen von Zeit Zeit drehte, damit er keine Formänderungen erleide. Durch die schütterungen des Ventilators rückte sich die Kohlenstaubschnecke selbst wieder ein, so daß Kohlenstaub in den Ofen gelangte. Bei nächsten Drehung kam der eingeblasene Kohlenstaub mit glühen Asche in Berührung und explodierte, wodurch das Kopfstück des Of beschädigt wurde. In einem Schwerspatofen mit Kohlenstaubfeueru versagte das Gebläse. Als der Wärter den Ofen wieder entzünd wollte, erfolgte eine Explosion, da sich darin infolge der Vergasung Kohlenstaubes brennbare Gase angesammelt hatten.

Besondere Sicherheitsmaßnahmen zur Vermeidung solcher Unfä sind z. B. je zwei Explosionsklappen im ersten und zweiten Zug, o selbsttätiges Stillsetzen der Kohlen- oder Luftzufuhr beim Versagen Ventilators oder der Kohlenaufgabevorrichtung.

Die Anlage auf dem Kraftwerk Bruay ist seit Ende Januar 1 in ungestörtem Betrieb. Seit dem 13. Mai 1922 werden neun Kessel, s August 1922 zwölf Kessel mit Kohlenstaub gefeuert. [M 400] Sd

[1]) Revue univ. des Mines 1922 S. 485, „Glückauf" 14. April 1923.

Wärmekraftmaschinen in der Landwirtschaft.

Der in Z. 1923 S. 268 abgedruckte Auszug aus dem Vortrage d Herrn Prof. Dr. G. Fischer gibt meine Bemerkungen in der „De schen Landwirtschaftlichen Presse" 1919 Nr. 77 nicht sinngemäß wied Dieser Absatz müßte vielmehr lauten:

Wegen der Wärmeverluste im Abdampf hat man die Verbindu von Dampfmaschinen mit wärmeverbrauchenden Anlagen vorgeschlag Charbonnier empfiehlt, den Abdampf von Dampfkraftanlagen z elektrischen Stromerzeugung, insbesondere von ortfesten Lokomobil worin noch ungefähr zwei Drittel der Kohlenwärme stecken, in Trockr reien, Brennereien, Molkereien oder Ziegeleien auszunutzen, mit d elektrischen Strom nur die Kleinmotoren und die Beleuchtung zu v sorgen und mit fahrbaren Heißdampf-Lokomobilen zu dreschen. D Ausnutzung des Abdampfes von Dreschlokomobilen ist nicht leic da Trocknereien und Brennereien noch nicht während der Getreideern arbeiten und höchstens einmal etwas feucht geerntetes Getreide g trocknet wird, Ziegeleien zwar im Sommer im Betrieb, aber auf b stimmte Lagen beschränkt sind und die Molkerei, auch wenn sie d Milch von Nachbargütern mitverarbeitet, nur etwa zwei Stunden la den Abdampf braucht, während er über sieben Stunden ungenutzt er weicht. Eher gelingt es, die Wasserversorgung und die Anlage z Futterbereitung an die Dampfmaschine der Molkerei anzuschließen, d dann nur ein- bis zweimal wöchentlich etwas länger in Betrieb gehalt zu werden braucht. Erzeugt man dabei elektrischen Strom, so ka man ihn für die Beleuchtung aufpeichern. [M 384] Charbonnier.

Versuche an Kondensationswasserableitern.

Berichtigung. Auf S. 267 ist Abb. 1, Brusche-Kondensation wasserableiter, versehentlich auf den Kopf gestellt. Düse und U führungsventil sitzen oben. [M 395]

Ein neuer Geschwindigkeitsmesser für Fördermaschinen.

Von Diplom-Bergingenieur Wilhelm Heilmann, Berlin.

Wert genauer Geschwindigkeitsmessung an Fördermaschinen. Fahrtmesser (Weg-Zeit-Schreiber). Bauart Iversen: Grundgedanke, Aufbau, Auswertung der gewonnenen Schaubilder, Meßvorgang.

chachtfördermaschinen sind als Umkehrmaschinen durch besondere Betriebsbedingungen ausgezeichnet: innerhalb eines nur nach Sekunden zählenden Arbeitspieles die Anwendung hoher Maschinenleistungen zur Bewegung großer Massen dabei auftretenden kurzzeitigen, hohen Geschwindigkeiten. h dem Arbeitslauf in einer Richtung folgt Stillstand, Richgsumkehr und ein neues Arbeitspiel unter gleichen oder ern Bedingungen.

Das Anwachsen der Geschwindigkeit vom Nullwert auf den hstwert und der darauf folgende Abfall erfordert eine ge-e Beherrschung des Bewegungsvorganges aus Gründen der erheit wie auch der Wirtschaftlichkeit. Mit Rücksicht auf Sicherheit muß vor allem ein Übertreiben der Förderkörbe r die Schachtendpunkte und anderseits bei den Bemühungen um jede dynamische Überbeanspruchung irgendeines Teiles Förderanlage, besonders der Drahtseile vermieden werden. wirtschaftlicher Hinsicht aber gibt es für den üblichen Förzug eine teils theoretisch, teils aus praktischen Gründen beste

Abb. 1 und 2. Fahrtmesser, Bauart Iversen.

staltung des Bewegungsvorganges, die einen Höchstwert der derleistung der Gesamtanlage verbürgt. Es kommt somit für Förderanlage darauf an, jenes ein Höchstmaß von Sichert und Wirtschaftlichkeit darstellende Bewegungsgesetz für den rderweg aufzustellen und es im Betriebe praktisch zu erchen.

Es ist üblich geworden, das Bewegungsgesetz für das Förgetriebe in der Form eines Geschwindigkeit-Zeit-Schaubildes derzulegen und durch schreibende Geräte im Betrieb aufchnen zu lassen, um es nachzuprüfen.

Die zur Geschwindigkeitsmessung an Förderanlagen verndeten Geräte sind

- Betriebsgeräte für fortlaufende Messung und Aufzeichnung und
- Geräte für genauere einmalige Untersuchungen.

Zu den bekanntesten schreibenden Betriebsgeräten gehören Tachographen von Horn und von Karlik[1]). Beide beruhen auf Geschwindigkeitsmessung durch Fliehkraftregler. Während er bei dem gewöhnlichen Fliehkraftregler von Horn der relative iffenhub mit steigender Geschwindigkeit kleiner wird, die Geschwindigkeitsordinaten-Einteilung also veränderlich ist, veridet Karlik diesen die Meßgenauigkeit herabsetzenden Übelnd durch Anwendung von Quecksilber als Fliehmasse in einem enartig geformten Drehrohr[2]). Beide Geräte und noch mehr älteren von Buntschuh, Sombarth u. a. zeichnen sich nachlig durch die Kleinheit der Diagramme aus. Ihr Hauptzweck zt auch mehr in einer Betriebsüberwachung hinsichtlich der hl der geförderten Züge als in einer Nachprüfung des Förderrganges selbst, wenn sich auch im Gegensatz dazu die Bergbehörden bei vorkommenden Unfällen zur nachträglichen Beurteilung des Bewegungsverlaufs bedenklich stark auf diese ungenauen Schaubilder stützen. Hinsichtlich der bisher viel zu wenig untersuchten Genauigkeit dieser Betriebsgeräte ist die Feststellung des „Versuchsausschusses"[3]) 1910 sehr wertvoll. Es „stellte sich bei späteren Nachprüfungen heraus, daß derartige Einrichtungen an und für sich unzuverlässig arbeiten; es wurden dabei in einzelnen Fällen Fehler von mehr als 20 vH festgestellt".

Für genauere Untersuchungen sind daher bislang immer noch besondere, meist recht verwickelte und unbequeme Meßeinrichtungen benutzt worden. Karlik und Witte[4]) erreichten, allerdings bei Vorhandensein eines gewöhnlichen Karlik-Tachographen, die gewünschte Größe der aufzunehmenden Versuchs-Schaubilder durch Vergrößerung beider Koordinaten-Einheiten: Vergrößerung des Papiervorschubs (Zeitabszisse) durch Änderung der Pendelregelung des Papiertrommel-Uhrwerks und Vergrößerung der Schreibfederbewegung (Geschwindigkeits-Ordinate) durch Änderung der Zeigerhebel-Übersetzung. Der „Versuchsausschuß" und neuerdings auch Jahnke und Keinath[5]) griffen schließlich zu dem zwar genauen, aber recht umständlichen Mittel der schreibenden Spannungsmessung an einer von der Förderwelle angetriebenen fremderregten kleinen Gleichstrommaschine. Vorher hatte sich der Versuchsausschuß mit einer Weg-Zeit-Messung, allerdings unter Verwendung unzulänglicher Mittel: Morseschreiber, Papierstreifen, durch Schnurtrieb von der Förderwelle angetrieben, Zeitmarkierung von Hand, beholfen.

Was bisher fehlte und wofür ein Bedürfnis vorlag, war ein für die Untersuchung jeder Fördermaschine geeignetes, kleines, handliches Gerät, mit Hilfe dessen es möglich ist, ohne irgendwelche bauliche Vorbereitungen an der Maschinenanlage Geschwindigkeit-Zeit-Schaubilder von genügender Größe (mindestens 100 × 100 mm) und hinreichender Genauigkeit aufzunehmen. Diese Aufgabe ist durch den Fahrtmesser, Bauart Iversen, gelöst worden.

Der Fahrtmesser ist physikalisch ein Weg-Zeit-Schreiber. Er verzeichnet in gleichmäßigen Zeitabständen von ¼ s Querstriche (Zeitstriche) auf den von der Fördermaschine bewegten Schaubildstreifen. Die zwischen zwei solchen Strichen auf dem Papier meßbare Entfernung ist somit dem inzwischen von den Förderkörben zurückgelegten Weg, also der jeweiligen Geschwindigkeit, verhältnisgleich.

In Abb. 1 bedeutet: *a* das Uhrwerkgehäuse mit dem Antrieb des Zeitschreibers, *b* die Gewindespindel mit der Verlängerung *c*, *d* die Schaubildpapiertrommel, *e* die Antriebscheibe mit Rundgummibelag. Am Gehäuse sitzen der Auslösehebel *f* für das Uhrwerk und der Zeiger *g* zum Verstellen der Uhrwerkregelung. Das Uhrwerk bewegt den in seinem mittleren Teile geführten Schreibarm *h*, dessen Schreibstift *i* viermal sekundlich die Kurve *k* beschreibt. Die Trommel ist nach Abb. 2 mit einem Schlitz *l* zum Festhalten des 67 mm breiten Schaubildstreifens versehen. Zum Antrieb der Trommel dient eine der drei auswechselbaren Scheiben von 180, 130 und 80 mm Dmr. Beim Antrieb wird die Holzscheibe gegen eine umlaufende Welle (meist eine Steuerwelle) der Fördermaschine gedrückt. Dabei verschiebt sich die Trommel axial auf der Gewindespindel *b* nach außen.

Für die Aufnahme eines Förderzuges wird das eine scharf umgebogene Ende des 160 bis 170 mm langen Papierstreifens in den Trommelschlitz gesteckt, das andere überstehende Ende gummiert und überklebt. Nun wird das Gerät mit der Hand mit dem Rundgummibelag der Antriebscheibe gegen eine Steuerwelle gedrückt, das Uhrwerk durch den Auslösehebel *f* in Gang gesetzt, und der Stift *i* schreibt in ¼sekundlichen Abständen die Zeitstriche auf die sich unter ihm vom Uhrwerkgehäuse fortschraubende Trommel. Zum Schluß wird noch durch Wiederzurückdrehen der Trommel eine die Zeitstriche kreuzende Schraubenlinie in das Schaubild eingezeichnet und das Blatt dann im Trommelschlitz mit einem scharfen Messer aufgeschnitten.

Die Auswertung von Weg-Zeit-Schaubildern und besonders die Aufstellung von Geschwindigkeit-Zeit-Schaubildern daraus ist im allgemeinen bekannt. Grundlegend ist, daß die gesamte Länge der abgewickelten Schraubenlinie der Förderteufe entspricht, jeder übrige Wegabschnitt mithin verhältnisgleich berechnet werden kann. Aus der Eigenart des gewonnenen Schaubildblattes heraus hat der Erfinder für die Gebrauchsanweisung, die jedem Gerät beigelegt wird, eine zweckmäßige und zeitsparende Auswertung zu einem Geschwindigkeit-Zeit-Schaubild

[1]) Bansen, Die Bergwerksmaschinen. 3. Bd. S. 128/133.
[2]) Vergl. Horel, Oesterr. Z. für Berg- und Hüttenwesen 1910 S. 148.
[3]) Untersuchungen an elektrischen und mit Dampf betriebenen Fördermaschinen. Forschungsarbeiten 1911, Heft 110/111, S. 3.
[4]) Witte, Die graphische Darstellung des Ganges der Fördermaschine und die Benutzung derselben zum Bau eines Sicherheitsapparates. „Glückauf" 1912 S. 25.
[5]) Jahnke und Keinath. Zur Ueberwachung von Schacht- und Fördermaschinen während der Betriebsfahrt. Ministerial-Ztschrft. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 1921 2. Abhandlungsband S. 153/184.

erdacht. Dabei kann man, um die Auswertungsarbeit noch mehr zu verringern, nur jeden zweiten Zeitstrich benutzen, ein Verfahren, das eine in den allermeisten Fällen durchaus genügende Genauigkeit ergibt.

Abb. 3 stellt ein wie beschrieben gewonnenes Schaubildblatt mit den beiden Schnittkanten L und M und den Bezeichnungen A und E für den Anfangs- und Endzeitstrich dar, wobei die vorher schraubenförmige Wegschreiblinie durch das Aufschneiden der Papiertrommel in die geraden Teillinien $a, b \ldots l, m$ zerlegt worden ist. Jeder zweite Zeitstrich ist fortlaufend durch das

Abb. 3. Schaubildblatt des Fahrtmessers.

ganze Blatt durch einen Punkt am obern Ende hervorgehoben, und diese Punktstriche sind dann auf jeder Teillinie von neuem mit 1 beginnend beziffert worden.

Unter Verwendung des so vorbereiteten Schaubildes läßt sich nun nach der Gebrauchsanweisung in übersichtlicher Weise eine Hilfstafel zusammenstellen, aus der man nach reihenweiser Eintragung der auf dem Schaubildblatt abgemessenen Einzelwege und der zugehörigen Zeiten durch mechanisches Auswerten schließlich die mittleren Geschwindigkeiten v für den Zeitraum zwischen beliebigen Punktstrichen erhält.

Das v-t-Schaubild.

Das Geschwindigkeit-Zeit-Schaubild, Abb. 4, entsteht, indem für jeden Zeitwert eine senkrechte „Zeitlinie" errichtet wird, auf die aus der Hilfstafel der zugehörige Betrag der Geschwindigkeit v aufgetragen wird. Durch den so erhaltenen Punkt wird nach links eine Wagerechte bis zur vorhergehenden Zeitlinie gezogen. In dem so entstehenden Stufendiagramm, vergl. Abb. 5 in vergrößertem Maßstabe, wird nun durch die einzelnen Wagerechten die eigentliche Geschwindigkeit-Zeit-Kurve so gelegt, daß die Flächen o und p jeweils gleich groß sind. Die endgültige Berechnung und die Eintragung des Geschwindigkeitsmaßstabes wird nachträglich in weiter unten angegebener Weise vorgenommen.

Abb. 4. Aus Abb. 3 entwickelte Schaubilder.

Das t-s-Schaubild.

Das Zeit-Förderweg-Schaubild ergibt sich aus der Hilfstafel, wenn man (s. Abb. 4 rechts) an einem senkrechten Maßstabe zunächst die einzelnen Teillinien $a, b, c \ldots l, m$ in verkleinertem Maßstabe (im Beispiel 1 : 10) übereinander aufträgt und mit $a, b, c \ldots$ bezeichnet. In diese Teillinien werden dann die zugehörigen Wegabschnitte (die Werte zwischen den einzelnen Punktstrichen) in derselben Verkleinerung eingetragen. Der fertige Maßstab ist somit nichts anderes als die verkleinerte Abwicklung der Schraubenlinie AE mit den hervorgehobenen Punktstrichen oder, da die Länge der Teufe AE entspricht, ein Teufenmaßstab für die Striche. Ordnet man aus dem Teufenmaßstab fortlaufend jeder Zeitlinie die entsprechende Teufe zu, so erhält man die S-förmige t-s-Kurve.

Das v-s-Schaubild.

Aus dem t-v-Schaubild und dem t-s-Schaubild läßt sich schließlich das seltener benutzte (gestrichelte) Förderweg-Geschwindigkeit-Schaubild ableiten.

Maßstäbe.

Die Wahl des Zeit- und Teufenmaßstabes in Abb. 4 ist sofort verständlich. Besondere Beachtung verdient die Ermittlung des Geschwindigkeit-Maßstabes. Wird jeder einzelne Zeitstrich im aufgenommenen Zeit-Weg-Schaubild benutzt, und bezeichnet man die Schachtteufe in m mit T, die gesamte Länge AE des Strichdiagrammes in Millimetern mit L und die Konstante der Hilfstafel mit n, so ist im Geschwindigkeit-Schaubild 1 m/s = $\frac{l}{T} \cdot \frac{n}{4}$ in Millimeter. Wird nur jeder x-te Zeitstrich benutzt, so wird 1 m/s $= \frac{Lxn}{4\,T}$ in Millimetern. Im Schaubild, Abb. 3 ist z. B. der abgewickelte Gesamtweg, bezogen auf das in der Abbildung auf $^{8}/_{15}$ verkleinerte ursprüngliche Schaubildblatt, $= 8{,}3 + 10 \cdot 126{,}5 + 92{,}8 = 1366{,}1$ mm; ferner ist $T = 235$ m; $x = 2$; $n = 2$, woraus 1 m/s = 5,78 mm.

Beschleunigung und Verzögerung.

Bekanntlich werden die zeitlichen Werte der Beschleunigung und Verzögerung aus der Neigung der geometrischen Tangente an die v-t-Kurve in dem entsprechenden Punkte gemessen. Zur schnellen Ermittlung wird ein Winkelmaßstab nach Abb. 6 benutzt. Dieser entsteht, indem rechts und links vom Mittelpunkt 0

Abb. 5 Entstehung des v-t-Schaubildes als Stufendiagramm.

Abb. 6. Winkelmaßstab.

in einer Entfernung von 1 s die Geschwindigkeit *1, 2, 3* .... m/s aufgetragen wird. (Beide im Maßstab des v-t-Schaubildes oder in einem Mehrfachen davon.) Strahlen von *0* nach den Endpunkten *1, 2, 3* .... m/s geben dann die Tangentenrichtungen für die Beschleunigungs- bzw. Verzögerungswerte *1, 2, 3* .... m/s². Abgelesen wird einfach durch Parallelverschiebung eines Lineals vom Geschwindigkeit-Zeit-Schaubild nach dem Beschleunigungs-Maßstabe hin.

Schluß.

Der Fahrtmesser wiegt betriebsfertig nur etwa 2,5 kg. Die damit gewonnenen Geschwindigkeit-Zeit-Schaubilder geben jedem Leiter eines Fördermaschinenbetriebes, den Fördermaschinenherstellern, den Erbauern und Einstellern von Fahrtreglern, den Bergbehörden bei der Abnahme der Fördermaschinen und auch bei der Prüfung der Fördermaschinenführer ein brauchbares Mittel zur Aufnahme des Bewegungsvorganges der Fördermaschine in die Hand, wie es bisher besonders bei Dampfmaschinen nur ausnahmsweise bei genauen Untersuchungen unter Mitwirkung mehrerer Fachleute möglich war.

Den genauesten Einblick in die wichtigen Beschleunigungs-Beanspruchungen der Seile geben allerdings erst die unmittelbaren Beschleunigungs-Messungen nach den Verfahren von Jahnke und Keinath[1]); lassen sich doch eigentliche Schwingungserscheinungen, wie das Auftreten von Resonanz-Seilschwingungen, nach den Untersuchungen des Verfassers überhaupt nur durch Senkrechtbeschleunigungs-Messer im Förderkorbe nachweisen und untersuchen[2]). Soweit jedoch plötzliche Geschwindigkeitsänderungen von der Führung der Fördermaschine herrühren, lassen sie sich ohne weiteres mit dem dargestellten Fahrtmesser aus den Geschwindigkeits-Schaubildern erkennen und durch Schutzmaßnahmen, wie Unterweisung des Maschinenführers, Änderung der Fahrtreglereinstellung usw. abstellen. [1425]

[1]) a. a. O.

[2]) Heilmann, Messung von Seilschwingungen an Förderanlagen. Ztschr. „Maschinenbau", Berlin 1922, Heft 10 S. 634/639, ferner Jahnke und Heilmann, Schachtprüfungen während des Betriebes auf Zechen des Ruhrkohlenbezirks, „Glückauf" 1921 S. 981, 1214 sowie 1922 S. 401.

Rauchschutz- und Tauchgeräte.

Von Ingenieur Friedrich Plett, Direktor der Hanseatischen Apparatebau-Gesellschaft, Kiel.

Grundsätze für die Ausführung von Rauchschutz- und Tauchgeräten. Neuzeitige Ausführungsformen.

für den Schiffbau und die Schiffahrt kommen im wesentlichen zwei Arten von Atmungsgeräten in Frage: Geräte zur Brand- und Rauchbekämpfung und Tauchgeräte für Unterwasserarbeiten. Beide Arbeiten lassen sich auch mit einem demselben Gerät durchführen, das jedoch nicht in jedem l am Platze ist.

Rauchschutzgeräte.

Bei Bränden in kleinen abgeschlossenen Räumen füllt sich Raumluft schnell mit Rauchgasen an, die Kohlensäure und gefährlichere Kohlenoxyd enthalten, wodurch die Augen und Atmungsorgane gereizt werden. Die Verunreinigung der t kann so weit zunehmen, daß sie nicht mehr den zum Atmen rderlichen Sauerstoff enthält. Die aus dem Kriege bekannten schutzmasken bieten daher keinen ausreichenden Schutz. Es sen vielmehr Geräte verwandt werden, die den Träger unabgig von der ihn umgebenden Luft machen. Für den Gebrauch Werften und an Bord kommen zwei Arten in Frage: die lauchgeräte und die frei tragbaren Apparate. Die Schlauchite werden als Druckschlauchgeräte gebaut, Abb. 1. Die ungsluft wird dem Rettungsmann durch einen Blasebalg zurückt. Die ausgeatmete Luft entweicht mittels des durch den sebalg erzeugten Überdruckes aus dem nicht dicht hergestell- Abschluß des Helmes, wodurch gleichzeitig der Rauch am ritt gehindert wird. Diese Ausrüstungen werden oft mit em einfachen Sprachrohr versehen. Der Schlauch behindert Träger in seiner Bewegungsfreiheit, man greift deshalb eckmäßig überall dort, wo komprimierte Luft oder Sauerstoff 150 at Druck zur Verfügung steht, zu den freitragbaren räten. Diese werden ihrer Wirkungsweise nach in zwei Grup- geteilt: Das Merkmal der ersten Gruppe besteht darin, daß Träger die Einatmungsluft aus mitgeführten Preßluftbehäln ansaugt und unmittelbar ins Freie ausatmet, Abb. 2. Es ist ichgültig, ob die Flaschen mit Sauerstoff oder Preßluft gelt werden. Diese Geräte haben den Nachteil, daß eine Füllung i der oft recht starken Atemtätigkeit des Rettungsmannes schon ½ bis ¾ Stunden verbraucht ist. Die Sauerstoffeinatmungsräte, die bei der Wiederbelebung Ertrunkener und Erstickter gewendet werden, sind ähnlich ausgeführt.

Die zweite Gruppe umfaßt die mit Reinigung der Atmungslt arbeitenden Geräte; die von dem Träger ausgeatmete Luft rd bei ihnen nicht ins Freie ausgestoßen, sondern bleibt im parat. Sie wird von der in ihr enthaltenen Kohlensäure beit und sodann von neuem eingeatmet. Daraus, daß immer eder dieselbe Luftmenge ein- und ausgeatmet wird, folgt, daß r der von der Lunge verbrauchte Sauerstoff ersetzt zu werden aucht; dieser entspricht der gebundenen Kohlensäure. Die bildung 3 zeigt ein Atmungsgerät für 2 bis 3 h Gebrauchsuer. Das Schema entspricht einem ganz modernen Gerät, das mittelbar aus der Sauerstoffflasche gespeist wird, ohne daß e bisher Reduzierventile benutzt werden. Der Arbeitsvorgang folgender: Bei der Ausatmung strömt die Luft aus der Lunge rch das Mundstück *a* und den Ausatmungsschlauch *b* und weiter rch die mit Ätzkali oder Ätznatron gefüllte Reinigungspatrone *c*, der die in der Ausatmungsluft enthaltene Kohlensäure gebunden ird. Die Luft tritt gereinigt am oberen Ende wieder aus. An dem Austritt aus der Patrone liegt das Ausatmungsventil *d*, das im Verein mit dem Einatmungsventil *e* den Kreislauf der Luft derart regelt, daß das Ein- und Ausatmen immer in derselben vorgeschriebenen Richtung geschieht. Durch die Absorption der Kohlensäure entstehen in der Patrone Temperaturen bis zu 250° C, so daß die Luft aus der Patrone sehr heiß austritt. Sie wird deshalb durch den Kühler *f* geleitet und in diesem auf die Temperatur der umgebenden Luft gebracht. Im weiteren Verlauf tritt die Luft dann in den Atmungsbeutel *h*, der aus luftundurchlässigem Stoff hergestellt und so groß bemessen ist, daß er auch die größtmögliche ausgeatmete Menge aufnehmen kann. Ein Weiterschreiten der Luft während der Ausatmung über das Ventil *e* hinaus ist nicht möglich, weil der von der Lunge ausgehende Druck durch den Einatmungsschlauch *g* von der Gegenseite auf dieses Ventil wirkt. Bei der Einatmung öffnet sich das Ventil *e* durch die Saugwirkung, und die nunmehr gereinigte Luft wird aus dem Atmungsbeutel *h* von der Lunge wieder eingesaugt. Infolge des vorhergehenden Atemzuges reicht diese Sauerstoffmenge zur Füllung der Lunge aber nicht mehr aus; der leergesaugte Beutel *h* wird deshalb beim weiteren Saugen gegen die Steuerhebel *i* des Sauerstoffventiles gedrückt und öffnet durch die Bewegung der Hebel *i* das Sauerstoffventil, durch das aus der Sauerstoffflasche *k* so lange Gas nachströmt, bis die Hebel wieder freigegeben werden; dies geschieht entweder in dem Augenblick, wo die Einatmung aufhört, oder wenn durch schnelles Nachströmen des Sauerstoffes der Beutel so weit gefüllt ist, daß er die Steuerhebel freigibt. Solch ein Atmungsgerät wiegt etwa 14 kg. Die Kalipatrone ist so bemessen, daß sie die in 3 h erzeugte Kohlensäure restlos aufnimmt. Der Vorrat an Sauerstoff reicht für die gleiche Zeit. Wichtig ist, daß die Widerstände im Gerät möglichst niedrig gehalten werden.

Z23/290

Abb. 1. Druckschlauch-Rauchschutzgerät mit Sprechvorrichtung.

Abb. 2. Arbeitsschema des Andos O R-Gerätes.
a Atmungsschlauch, *b* Atmungsbeutel, *c* Atmungsventil, *d* Atmungshebel, *e* Sauerstoffflaschen.

Z23/292

Abb. 3. Arbeitsschema des Andos-M R-Gerätes.
a Mundstück, *b* Atmungsschlauch, *c* Regenerationspatrone, *d* Ausatmungsventil, *e* Eineinatmungsventil, *f* Kühler, *g* Einatmungsschlauch, *h* Atmungsbeutel, *i* Steuerhebel.

Tauchgeräte.

Die Wirkung der seit langem benutzten bekannten Tauchgeräte besteht im wesentlichen darin, daß dem in einem wasserdichten Anzug steckenden Taucher durch eine Luftpumpe die zum Atmen und zur Aufnahme des Wasserdruckes nötige Luftmenge unter entsprechendem Druck zugeführt wird. Die Luftpumpen, im allgemeinen von Hand betätigt, erfordern durchweg vier Mann Pumpenpersonal und ein der Tiefe des Tauchers angepaßtes Pumpen; man ist deshalb dort, wo Preßluft von genügendem Druck zur Verfügung steht, vielfach dazu übergegangen, dem Taucher die Luft mittels eines Reduzierventils aus der Preßluftleitung oder aus Preßluftflaschen zuzuführen. Diese Taucherapparate mit Luftschlauch werden in sehr verschiedenen Formen hergestellt. Sie alle entsprechen aber in ihrer Wirkungsweise dem im vorigen Abschnitt beschriebenen Druckschlauchgerät.

Auch beim Tauchen hat sich das Bedürfnis fühlbar gemacht, den Träger von der bisher üblichen Bedienungsmannschaft unabhängig zu machen und ihn wie beim Rauchschutzgerät vom Schlauch zu befreien. Eine solche unabhängige Tauchvorrichtung zeigt die Abbildung 4. Der Taucher ist mit der Überwasserstation nur durch ein Telephonkabel, das gleichzeitig als Haltseil dient, verbunden. Das Schema, Abb. 5, zeigt wie Ab-

Abb. 4. Unabhängiges Tauchergerät.

Abb. 6 und 7.
Gerät für Rauchschutz- und Taucharbeiten von nur kurzer Dauer.

bildung 3 einen Kreislauf der ein- und ausgeatmeten Luft durch das Mundstück *a*, den Ausatmungskanal *b*, die Reinigungspatrone *c*, die Atmungsventile *d* und *e* und die Einatmungsleitung *f*. Der Zusatz an Sauerstoff aus der Flasche *g* geschieht jedoch nicht nach dem jeweiligen Bedarf der Lunge, sondern wie bei Rettungsgeräten mit Reduzier- und Dosierventil in einem ununterbrochenen Strom von etwa 2 l/min. Der Ausgleich des inneren Druckes gegen den äußeren Wasserdruck wird dadurch erreicht, daß die Membrane des Reduzierventils *h* von Wasserdruck beeinflußt wird und so lange einen stärkeren Zusatz an Sauerstoff veranlaßt, wie im Innern des Taucheranzuges ein Unterdruck gegen außen vorhanden ist. Der Taucher hat weiter die Möglichkeit, durch das am Helm angebrachte, durch den Kopf zu betätigende Regelventil *i* willkürlich Luft in seinen Anzug einzulassen. Durch Drücken auf den Knopf des Ventiles strömt aus der Preßluftflasche *k* unmittelbar ein starker Luftstrom in den Helm. Bei geringer Tauchtiefe kann auch die Flasche *k* mit Preßsauerstoff gefüllt sein, während bei größerer Tauchtiefe die Füllung dieser Flasche mit Preßluft vorgeschrieben ist, da nach Ansicht namhafter Physiologen reiner Sauerstoff oder auch ein an Sauerstoff hochprozentiges Luftgemisch unter Druck Schädigungen der Lunge hervorruft. Das weiter auf dem Schema angedeutete Preßluftgewicht *l* wird auf der Brust getragen und ist zur Aufnahme eines Reservevorrats an Sauerstoff bestimmt, der durch Öffnen des Ventils *m* dem Anzug zugeführt werden kann. Die Patrone *n* dient dazu, die durch zeitweilige Ausatmung in das Helminnere verunreinigte Luft des Helmraumes ebenfalls von der Kohlensäure zu reinigen. Das Hochdruckmanometer *o* im Helm zeigt den Vorrat an Sauerstoff in der Hochdruckflasche an. Der beschriebene Apparat ist für eine Arbeitsdauer bis 3 h brauchbar.

Abb. 5. Schema für das unabhängige Tauchergerät Abb. 4.

Abb. 9.
Taucherausrüstung für sehr große Tiefen.

Gerät für Rauchschutz- und Taucharbeiten.

Für alle Arbeiten von kürzerer Dauer, wie sie bei Wer häufig vorkommen und auch bei Schiffen häufig nötig wer z. B. zum Beseitigen von Trossen aus den Schiffsschrauben zur Besichtigung von Leckagen, ist ein Apparat sehr geeig der in seinem Wesen genau einem Rauchschutzapparat, wi in Abb. 2 dargestellt ist, entspricht, und auch als solcher wendet werden kann. Dieser Apparat arbeitet ohne Reinig es wird also bei jedem Atemzug die volle Luftmenge aus Flasche entnommen. Die Abbildungen 6 und 7 zeigen die fachste Ausführungsform, einen sogenannten Nackttauc Diese Form ist nur dort brauchbar, wo das Wasser genü warm ist. Das Gerät wird wie ein Rauchschutzgerät umgehä und das Mundstück wird dichtschließend am Munde befes Die Wirkung ist dann folgende: Nach Öffnen des Absperr tiles *a* zum Sauerstoff oder der Preßluft, Abb. 8, tritt Atmungsgas aus den Flaschen *b* bis zu dem durch eine Fe belastung geschlossenen Ventil *c*. Die Kammer *d* steht durch Membran *e* unter dem Einfluß des Außenwassers. Herrscht Innern des Gerätes Unterdruck gegenüber dem Wasser, so die Membran *e* in die Kammer *d* hinein und dabei auf Hebel *f* gedrückt, der seinerseits das Ventil *c* öffnet. Der stand dauert so lange, bis die Membran *e* von innen entla ist. Das Ventil *c* wird anderseits durch die Einatmungstätig des Tauchers beeinflußt. Saugt er durch das Mundstück *g*, öffnet sich das Ventil *h*, die Luft aus der Kammer wird her gesaugt, und die Membran *e* drückt wieder auf den Hebe Setzt das Ausatmen ein, so schließt sich das Ventil *h*, die Luft entweicht durch das Lippenvent ins Wasser. Diese Einrichtung kann o weiteres auch zur Rauchbekämpfung auf Lande benutzt werden. Da hierbei der T cher schwerer als Wasser ist und demge nicht selbsttätig nach oben kommen kann muß er an einer Leine nach oben gezo werden, oder es muß eine Treppe vorhan sein. Diesen Nachteil kann man durch ei auf der Brust getragenen Auftriebbeutel seitigen, der die ausgeatmete Luft aufni Der Beutel wird so groß bemessen, daß a Gegenstände bis etwa 20 kg Gewicht mit n oben genommen werden können. Durch Zugknopfventil kann der Atmungsbeutel leert und ein Sinken des Tauchers herbe führt werden. Wird dieses Gerät mit ei Tauchanzug verbunden, so vertritt der Tau anzug die Stelle des Auftriebbeutels.

Panzerausrüstung für Taucher.

Bei den bisher beschriebenen Tauc ausrüstungen ist der Körper des Tauch einem Druck gleich dem Wasserdruck sei

Abb. 8.
Schema für das Tauchergerät nach Abb. 6 und 7.

rebung ausgesetzt. Da der menschliche Körper aus mechani- n und aus physiologischen Gründen nur einen gewissen ck verträgt, ist das Tauchen in Tauchanzügen sowie die ktaucherei der Tiefe nach begrenzt. Die Grenze des chens im weichen Anzug liegt bei etwa 45 m Wassertiefe; ere Tiefen stellen Spitzenleistungen einzelner dar und sind tisch bedeutungslos. Beim Überschreiten dieser Tiefe wird rforderlich, den menschlichen Körper von dem Wasserdruck ntlasten. So einfach es scheint, eine Entlastung dadurch her- uführen, daß man den Taucher in einen Panzer steckt, so e Schwierigkeiten stellen sich der praktischen Durchführung es Gedankens entgegen. Diese bestehen in erster Linie darin, Taucher trotz des recht beträchtlichen Druckes in großen Tiefen eine leichte Beweglichkeit seiner Glieder zu ermöglichen und das Innere des Gerätes gegen das Wasser vollkommen abzudichten. Es sind in mehreren Ländern Versuche mit solchen Panzerausrüstungen gemacht worden; die Apparate sind aber durchweg nicht über Versuche hinausgekommen. Ein in Kiel von der Firma Neufeldt & Kuhnke gebautes Gerät, das sich bei sehr großen Tiefen bei praktischer Arbeit recht gut bewährt hat, zeigt Abb. 9. Die Bewegung der kugelförmigen Gelenke ist durch besondere Kugelkäfige gewährleistet; die Abdichtung erfolgt in einer sehr schmalen, kaum 1 mm breiten Zone. Der Apparat ist, einen so schwerfälligen Eindruck er auch macht, unter Wasser in jeder Richtung frei beweglich und selbständig. Mit der Überwasserstation ist er nur durch ein Telephon verbunden. [1685]

Getränktes Holz im Grubenbetrieb.

Zu den Mitteilungen in Z. 1923 S. 335 schreibt uns Prof. Dr.-Ing. Herbst, Essen[1]):

Im Grubenbetriebe liegen die Bedingungen für die Holztränkung llgemeinen ungünstiger als über Tage, weil in der Grube ein großer des Holzes solchen Druckbeanspruchungen ausgesetzt ist, daß die h die Tränkung ermöglichte längere Standdauer nicht ausgenutzt len kann; außerdem treten auch in Zeiten hoher Holzkosten, wie besonders jetzt vorliegen, Eisen und Mauersteine als Ersatzstoffe k in den Vordergrund, so daß dann der Anteil des für die Tränkung rage kommenden Holzes noch weiter zurückgeht.

Immerhin sind die Vorteile der Tränkung auch im Grubenbetrieb blich. Eine Grenzgleichung ermöglicht einen raschen Überblick über Bedingungen, die für die Wirtschaftlichkeit der Tränkung erfüllt den müssen. Bezeichnet man mit A den gesamten Holzbedarf — h. die gesamte eingebaute Holzmenge, nicht den jährlichen Ver- ich — in Festmetern, die Kosten für 1 Festmeter mit K, die Tränk- ten eines Festmeters mit T, die Standdauer des ungetränkten Holzes Jahren mit t und mit α die Verhältniszahl für die Standdauer des änkten Holzes im Vergleich zu derjenigen des ungetränkten Holzes, lautet die Grenzgleichung für die Jahreskosten:

$$A\,K\,\frac{1}{t} = A\,\frac{1}{\alpha\,t}\,(K+T),$$

aus sich ergibt:

$$K = \frac{1}{\alpha}\,(K+T),$$

lich

$$\alpha = \frac{K+T}{K}.$$

Je nachdem, ob man hier K oder T als Veränderliche behandelt, läßt die Verhältniszahl α zu den Holzkosten bei gegebenen Tränkungs- ten bzw. zu den Tränkungskosten bei gegebenen Holzkosten in Be- ung setzen. Es ergibt sich hieraus ohne weiteres, daß schon bei r ungünstigen Bedingungen der Nutzen der Tränkung hervortritt. e auf Einzelnes eingehen zu wollen, sei nur der Fall herausgegrif- daß für α der Wert 1,2 gelte. Es ergibt sich dann bei $T = 10\,000$ *M* Wert $K = 50\,000$ *M*. Da die heutigen Holzkosten viel höher sind außer den Holzkosten auch die Einbaukosten berücksichtigt werden ssen, die etwa 70 vH der Holzkosten betragen, so ergibt sich aus sem Beispiel, daß die Tränkung schon lohnend wird, wenn die Grube Holz nicht zu bezahlen braucht, sondern nur den Arbeitslohn für Einbau zu tragen hat.

Allerdings ist die Größe T nicht nur von dem Tränkverfahren, dern auch von der Größe A abhängig; namentlich diejenigen Ver- ren, welche mit größeren Anlagekosten arbeiten, belasten bei ge- eren Holzmengen A das Festmeter mit entsprechend größeren Grund- ten. Man sieht aber leicht, daß auch wesentlich größere Tränkungs- ten noch Ersparnisse liefern, wenn die Möglichkeit der verlängerten nddauer einigermaßen ausgenutzt werden kann.

Will man die jährlich sich ergebende Ersparnis E für je einen Fest- ter eingebauten Holzes berechnen, so ergibt sich dafür folgende ichung:

$$E = K - \frac{1}{\alpha}\,(K+T),$$

o

$$E = K\left(1-\frac{1}{\alpha}\right) - \frac{1}{\alpha}\,T.$$

$T = 20\,000$ *M* und $K = 80\,000$ *M* ergeben sich z. B. folgende Zahlen- iehungen:

$\alpha =$ 1,2	1,5	2	3
$E =$ 3333	26 667	50 000	73 333

Trotz des angenommenen hohen Tränkungspreises errechnet sich o schon eine Ersparnis, wenn die Standdauer nur um 20 vH, also B. von 14 Monaten auf 16,8 Monate, verlängert wird.

Zu beachten ist, daß für die Tränkung nicht nur Trag-, sondern h Füllholz in Betracht kommt. Daher wird z. B. in gut geleiteten uben neuerdings auch das als nachgiebige Einlage in Mauerungen ein- bettete Holz getränkt, da das Faulen dieses Holzes seine nützliche rkung aufheben würde.

Freilich hängt die Tränkungsfrage für den Bergbau nicht lediglich von wirtschaftlichen Erwägungen ab, sondern wird auch durch Rücksichten auf die Bearbeitbarkeit des Holzes, auf Brandgefahr, Wetterverschlechterung u. a. beeinflußt. Dennoch sind die rechnungsmäßigen Vorteile so groß, daß einer weiteren Ausdehnung der Tränkung für Grubenholz das Wort geredet werden muß. Voraussetzung für einen guten Erfolg ist dabei — wie in allen solchen Fällen —, daß die Tränkung sorgsam durchgeführt und überwacht wird. [M 405]

[1]) Vergl. a. Zeitschrift für Bergbau 1922 S. 1597.

Lehren aus dem Deckendurchbruch im Mosse-Haus.

Vor einigen Monaten ist im Geschäftshause des Zeitungsverlages Rudolf Mosse in Berlin ein schwerer Unfall dadurch entstanden, daß die massive Dachdecke des um drei Stockwerke erhöhten Gebäudes kurz nach der Ausschalung zusammenbrach, wahrscheinlich, weil sie durch aufgelagerte Baustoffe überlastet war, sämtliche Stockwerke bis in den Keller hinein durchschlug und so neben vielen Verletzungen den Tod von 14 Menschen verursachte. Über die Lehren aus diesem Unfall äußert sich Geh. Baurat Dr. Friedrich, Berlin, in der Schweizerischen Bauzeitung vom 10. März 1923.

Bei Berechnung der Dachdecken nimmt man, wenn sie flach und daher keinem Winddruck ausgesetzt sind, nur Eigenlast und die verhältnismäßig geringe Schneelast, dagegen keine Nutzlast an. Das ist von wesentlichem Einfluß auf den Sicherheitsgrad dieser Decken. Aus dem theoretischen Sicherheitsgrad, als den man den Quotienten aus den bekannten Bruchfestigkeiten des Baustoffes und den zulässigen Beanspruchungen bezeichnen kann, entsteht ein praktischer Sicherheitsgrad, und zwar dadurch, daß einerseits Einspannung, Wirkung benachbarter Konstruktionen und Ähnliches zu berücksichtigen ist, anderseits die rechnungsmäßige Nutzlast einer Konstruktion selten erreicht wird. Bei Decken in Wohngebäuden trifft dies ziemlich sicher zu, bei Decken in Lager- und Fabrikgebäuden schon weniger, wodurch sich ganz einfach die häufigeren Deckeneinstürze in Speichern, Fabriken und ähnlichen Gebäuden erklären. Wird eine massive Zwischendecke ausgeschalt, so fehlt die Nutzlast in der Regel zunächst vollkommen, ihr praktischer Sicherheitsgrad ist also groß. Bei Dachdecken, die ohne Nutzlast berechnet sind, wirkt sofort das ganze Eigengewicht, also der größte Teil der überhaupt angenommenen Last. Ihr praktischer Sicherheitsgrad ist also klein. Dazu kommt, daß die Erhärtung einer Dachdecke, die dem Frost, Regen und der Sonnenbestrahlung ausgesetzt ist, meist durch diese Einflüsse gehemmt wird. Aus allen diesen Gründen muß für das Ausschalen einer Dachdecke eine bestimmte längere Frist vorgeschrieben werden, damit unter allen Umständen eine Tragfähigkeit der Decke gewährleistet ist. Wie die Erfahrung zeigt, genügt es nicht, das Urteil hierüber der Bauleitung zu überlassen, sondern es werden nur behördliche Vorschriften helfen können.

Der Unfall hat aber auch bewiesen, daß die bisherigen Vorschriften wohl für Neubauten genügen, aber den Gefahren, die bei Höherführung bestehender Gebäude vorliegen, nicht Rechnung tragen. Die oberste Decke des alten Baues muß unter Umständen gewissermaßen den gewachsenen Erdboden ersetzen. Bei derartigen Arbeiten ist nicht nur der Schutz der am Bau beschäftigten Personen, sondern auch der der weiter unten arbeitenden Menschen notwendig.

Diese Erwägungen haben den preußischen Minister zu einer Anweisung an die Baupolizeibehörden veranlaßt. Diese Anweisungen für aufzustockende Gebäude, in denen während des Baues die darunter befindlichen Geschosse nicht geräumt werden können, sehen vor: Prüfung der obersten bestehenden Decke, ob sie den Stützendruck der aufzubauenden neuen Decken aufnehmen kann, gegebenenfalls Vorschläge, wie die Belastungen durch die Rüstungssteifen auf Unterzüge oder Umfassungswände verteilt werden; Abdeckung des obersten Deckenbodens mit Bohlen, um die Stoßkraft fallender Gegenstände abzuschwächen und das Herausschlagen einzelner Deckenfelder zu verhindern. Falls die letzte alte Decke eine Massivdecke von großer Spannweite ist, bei der die eben erwähnten Maßnahmen nicht genügen würden, um Durchschläge mit Sicherheit abzuhalten: Einbau einer besonderen Schutzvorrichtung in den obersten Räumen, derart, daß die Deckenplatten und -balken durch ein System von Schwellen und Steifen mit Schrägen nach Art eines räumlichen Fachwerkes ohne Beanspruchung darunter liegender Decken abgefangen werden, so daß die Kräfte stürzender Massen sofort auf die Umfassungswände übertragen werden. Mit wachsendem Bau darf dieses Gerüstsystem in das nächste oberste Stockwerk verlegt werden. [M 390]

Br.

Die Einführung der Dinormen in den Siemens-Schuckert Werken[1].

Von Oberingenieur P. Wölfel, Siemensstadt.

Nachdem eine größere Anzahl von Grundnormen zum Abschluß gekommen ist, steht die Industrie nunmehr vor der Aufgabe, die Normen in die Betrie einzuführen. Die hierfür erforderlichen Maßnahmen müssen sich der Eigenart und der Organisation des einzelnen Betriebes anpassen. Es liegt jedo das dringende Bedürfnis vor, in einen Erfahrungsaustausch einzutreten, um die verschiedenen Wege kennen zu lernen, die von den einzelnen Firm eingeschlagen werden. Der nachstehende Bericht über die Einführung der Dinormen im Siemens-Konzern wird daher von besonderem Interesse sei

An die Einführung der Dinormen bei den Siemens-Schuckert Werken mußte gedacht werden, weil das bisher gültige Normenbuch immer mehr veraltete. Wer aber die Abhängigkeit der Normen untereinander kennt und Gelegenheit hat, die Fortschritte der Arbeiten bei den verschiedenen Arbeitsausschüssen zu verfolgen, wird verstehen, wie vorsichtig man sein muß, wenn man die Dinormen in einen Betrieb einführen will, der gewöhnt ist, nach Normen zu arbeiten, und dem man etwas Besseres an Stelle des Guten setzen soll. Denn zu den neuen Schrauben gehören neue Gewinde, zu den Gewinden die Gewindewerkzeuge, zu denen sogar erst die Gewindetoleranzen festgelegt werden müssen; zu den Passungen gehören Meßwerkzeuge, zur wirtschaftlichen Ausnutzung der Passungen gezogener Werkstoff mit andern Abmaßen, als am Lager vorhanden sind. Die neuen Zeichnungsvorschriften haben alt eingewurzelte Angewohnheiten auszumerzen. Man weiß, daß Arbeitsausschüsse für Werkstoff- und Halbzeugnormung tätig sind, deren Normenblätter man gern verwenden möchte, um einwandfreie Angaben für die Anfertigung der Normenteile machen zu können. Alle diese Bedenken erklären das Zögern, Vorhandenes umzustoßen, immerhin glauben wir, es jetzt wagen zu können.

Die bisherigen Normenbücher der Siemens-Schuckert Werke waren geheftet, dadurch machte die Einfügung neuer Blätter viel Schwierigkeiten. Es handelte sich um 600 Exemplare, die bei Änderungen eingefordert werden mußten, und mehrere Buchbinder waren wochenlang beschäftigt, alte Blätter zu entfernen und neue einzufügen. Ein weiterer Übelstand war der, daß das Arbeiten mit einem dickleibigen gehefteten Buch am Konstruktionstisch unbequem ist.

Nach vielen Versuchen und Besprechungen mit der Firma Soennecken entstand die Mappe für lose Blätter mit 4 Ringen, Abb. 1, die flach vor dem Konstrukteur liegt und ein bequemes Arbeiten gestattet. Die Gefahr des unbefugten Herausnehmens ist heute, wo die Normen Allgemeingut sind, nicht mehr so ängstlich gehütet zu werden brauchen, nicht mehr groß. Trotzdem ist vorgesehen, daß der Aushebel bei Bedarf verriegelt werden kann. Die Ringe lassen sich bequem öffnen, und Blätter demnach mit Leichtigkeit einfügen. Vorn und hinten angebrachte Treiber gestatten das Zuklappen des Buches. Man ist nicht genötigt, wie es bei ähnlichen Konstruktionen erforderlich ist, erst alle Blätter über die Ringe zu werfen, ehe man den Deckel schließen kann. Die vielen Konstruktionen derartiger Mappen werden damit zwar um eine neue bereichert, es war aber tatsächlich nichts im Handel, was unsern Anforderungen entsprach.

Abb. 1. Lose-Blätter-Mappe mit vier Ringen.

Wir werden drei Arten Bücher führen: Reine DIN-Sammlungen, diese aber nur in beschränkter Anzahl zur Information für die Normenbureaus der Werke und die Werkleitung; ferner zwei Arten SSN-Bücher.

[1] Vortrag, gehalten am 15. November 1922 in der Beiratsitzung des Normenausschusses der Deutschen Industrie.

DIN — Normalien, Konstr. Elem. — Schrauben u. Zubehör, Schlitzkopfschr.

Blanke Zylinderschrauben
von 1 bis 10 mm
Metrisches Gewinde

DINORM 84 Bl.1 mit Abweichungen

Die Abweichungen sind durch Schrägschrift gekennzeichnet

Schaftdurchmesser annähernd gleich Gewindedurchmesser

Beispiel für die Bezeichnung einer blanken Zylinderschraube mit 5 mm Gewindedurchmesser und 22 mm Länge aus Messing:
Zylinderschraube 5×22 DIN 84 Messing

Maße in mm

d	1	1,4	2	2,6	3	3,5	4	5	6	8	10
b	3	4	6	8	9	11	12	15	18	22	25
x Größtmaß	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	2	2	2	3
z ~	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1	1.5	1,7
r	0,8	1	1,5	2	2,5	3	3	4	5	6	8
D	2	2,6	4	5	5,5	6	7	9	10	13	16
k	0,7	1	1,4	1,8	2	2,4	2,8	3,5	4,5	5,5	7
n	0,3	0,3	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1,2	1,2	1,5	2
t	0,3	0,5	0,7	0,9	1	1,2	1,4	1,7	2,2	2,7	3,5
Werkstoff	M E	M E	M E	M E	M E	M E	M E	M E	M E	M E	M E
Länge l	1,5				4	4		6		10	
	2	2			5	5	5	8	8	12	12
	2,5	2,5	2,5		6	6	6	10	10		
	3	3	3	3	7	7	7	12	12	15	15
	3,5	3,5	3,5	3,5	8	8	8	14	14		
	4	4	4	4	9	9	9			18	18
	4,5	4,5	4,5	4,5	10	10	10	16	16	20	20
	5	5	5	5	11	11	11	18	18	22	22
		6	6	6	12	12	12	20	20		
		7	7	7	13	13	13	22	22	25	25
		8	8	8	14	14	14	24	24		
		9	9	9	15	15	15			28	28
		10	10	10	16	16	16	26	26	30	30
			11	11	17	17	17	28	28	32	32
			12	12	18	18	18	30	30	35	35
			13	13	19	19	19	32	32	(38)	(38)
			14	14	20	20	20	35	35	40	40
			15	15	22	22	22	38	38	(42)	(42)
			16	16	24	24	24	40	40	45	45
			17	17	26	26	26	42	42	(48)	(48)
			18	18	28	28	28	45	45	50	50
				19	30	30	30	48	48	55	55
				20		32	32	50	50	*60*	60
				22		35	35		*55*	*70*	65
				24			38		*60*	*80*	*70*
							40		*70*		*80*

Die eingeklammerten Größen sind möglichst zu vermeiden.
Bei den Schrauben über der Trennungslinie ist die Gewindelänge b gleich der Schraubenlänge l.
Von 5 mm Durchmesser ab werden längere Schrauben bis 100 mm Länge in Stufen von 5 zu 5 mm geliefert. Sind Zwischenstufen unvermeidlich, so sind die Längen mit den Endziffern 2, 5 und 8, z. B. 58, zu wählen.

Gewinde: Metrisch nach DINORM 13.
Werkstoff: *M = Messing von 35–45 kg/mm² Festigkeit*
E = Puddeleisen bis ca. 38 kg/mm² Festigkeit
Flußeisen von 40–60 kg/mm² Festigkeit nur auf besondere Bestellung

1. August 1921

Siemens-Schuckertwerke G.m.b.H. *Oktober 1922* — 6000 1

Z 23/155

Abb. 2. DIN-Blatt der Siemens-Schuckert Werke.

DIN Ges. gesch.

Blanke Zylinderschrauben
von 1 bis 10 mm
Metrisches Gewinde

DINORM 84 Bl.1

Schaftdurchmesser annähernd gleich Gewindedurchmesser

Beispiel für die Bezeichnung einer blanken Zylinderschraube mit 5 mm Gewindedurchmesser und 22 mm Länge aus Messing:
Zylinderschraube 5×22 DIN 84 Messing

Maße in mm

d	1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5	4	(4,5)	5	(5,5)	6	(7)	8	(9)	10
b	3	3,5	4	5	6	7	8	9	11	12	14	15	16	18	20	22	24	25
x Größtmaß	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2	3
z ~	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,9	1	1	1,5	1,5	1,5	1,7
r	0,8	1	1	1,5	1,5	2	2	2,5	3	3	4	4	4	5	5	6	8	8
D	2	2,3	2,6	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9	9	10	12	13	14	16
k	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,4	2,8	3,2	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7
n	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,5	1,5	2	2
t	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,6	1,7	2	2,2	2,5	2,7	3	3,5
Länge l	1,5	1,5						4			6	6						
	2	2	2	2				5	5	5	8	8	8	8				
	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5			6	6	6	10	10	10	10	10	10		
	3	3	3	3	3	3	3	7	7	7	12	12	12	12	12	12	12	12
	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	8	8	8	14	14	14	14				
	4	4	4	4	4	4	4	9	9	9					15	15	15	15
	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	10	10	10	16	16	16	16				
	5	5	5	5	5	5	5	11	11	11	18	18	18	18	18	18	18	18
		6	6	6	6	6	6	12	12	12	20	20	20	20	20	20	20	20
		7	7	7	7	7	7	13	13	13	22	22	22	22	22	22	22	22
			8	8	8	8	8	14	14	14	24	24	24	24				
			9	9	9	9	9	15	15	15					25	25	25	25
			10	10	10	10	10	16	16	16	26	26	26	26				
				11	11	11	11	17	17	17	28	28	28	28	28	28	28	28
				12	12	12	12	18	18	18	30	30	30	30	30	30	30	30
				13	13	13	13	19	19	19	32	32	32	32	(32)	(32)	(32)	(32)
				14	14	14	14	20	20	20	35	35	35	35	35	35	35	35
					15	15	15	22	22	22	38	38	38	38	(38)	(38)	(38)	(38)
					16	16	16	24	24	24	40	40	40	40	40	40	40	40
					17	17	17	26	26	26	42	42	42	42	(42)	(42)	(42)	(42)
					18	18	18	28	28	28	45	45	45	45	45	45	45	45
						19	19	30	30	30		48	48	48	(48)	(48)	(48)	(48)
						20	20		32	32		50	50	50	50	50	50	50
							22		35	35					55	55	55	55
							24			38							60	60
										40								65

Die eingeklammerten Größen sind möglichst zu vermeiden.
Bei den Schrauben über der Trennungslinie ist die Gewindelänge b gleich der Schraubenlänge l.
Von 5 mm Durchmesser ab werden längere Schrauben bis 100 mm Länge in Stufen von 5 zu 5 mm geliefert. Sind Zwischenstufen unvermeidlich, so sind die Längen mit den Endziffern 2, 5 und 8, z. B. 58, zu wählen.

Gewinde: Metrisch nach DINORM 13.
Werkstoff: Flußeisen, Messing } Festigkeitswerte folgen.

1. August 1921

Fortsetzung siehe Blatt 2

Z 23/156

Abb. 3. Ursprüngliches DIN-Blatt.

Die vom NDI herausgegebenen Blätter sind noch längst nicht f zur Ausgabe in den Betrieb, und es wird dem NDI auch ht gelingen, sie dahin zu bringen. Ich habe in Abb. 2 ein hraubenblatt, DIN 84 Bl. 1, zur Darstellung gebracht, il es am sinnfälligsten ist; die schraffierten Stellen sind unsre sätze und Ergänzungen. Abb. 3 zeigt das ursprüngliche Blatt NDI. Wir haben aus den vielen vom NDI genormten Gewinden r die stehen lassen, die als Ersatz für das bisherige Löwenherz-vinde geführt werden. Dadurch wird dem Konstrukteur die ahl erleichtert, und er kommt nicht in die Versuchung, Ge-nde anzugeben, für die keine Werkzeuge vorhanden sind. Der rch Fortfall der nicht eingeführten Gewinde gewonnene Platz b uns die Möglichkeit, besondere Werkstoffspalten „M" und „E" zusehen und dort die Lagerdreiecke für alle bei den Siemens-uckert Werken gebräuchlichen Messing- und Eisenschrauben zufügen.

Etwas Kopfschmerzen machte es uns, daß die Werke Schrau-längen als Bedarf anmeldeten, die vom NDI nicht genormt ren. Es ist zwar anzunehmen, daß die Normenblätter bei Neu-flage erweitert werden, denn ich kann mir nicht denken, daß Industrie in allen Fällen mit den vom Arbeitsausschuß vor-sehenen Typen auskommt. Um bis dahin ein besonderes Sie-nsblatt für diese ausgefallenen Längen zu sparen, haben wir in Schrägschrift hinzugefügt, behandeln sie wie Dinormen, ben aber Anweisung gegeben, diese normal-anormalen Teile rch den Zentraleinkauf nach besonderer Vorschrift zu bestel-. Dort werden die von den Werken eingehenden Bestellungen sammelt, und es wird Einzelbestellung vermieden.

Genaue Werkstoffvorschriften müssen gemacht werden, daran anken zurzeit noch sämtliche DIN-Blätter, weil die Werk-offausschüsse in ihren Arbeiten noch nicht weit genug sind. o es notwendig erscheint, müssen auf den Blättern auch An-ben über die Güte der Bearbeitung gemacht werden; hier war nicht nötig, da man sich von dem Aussehen einer blanken hraube schon ein Bild machen kann.

Zum Schluß kommt in die dafür vorgesehene Spalte die rma, das Ausgabedatum und unten rechts die Seitenzahl für das hnelle Auffinden der Blätter. Die Seitenzahlen sind Klassen-hlen, auf die ich später zurückkomme. Damit ist das Blatt rtig für die Ausgabe an die Werke. Es ist durch Umdruck auf nkplatte hergestellt, indem ein vom NDI bezogenes Blatt zer-hnitten, wieder zusammengeklebt und mit Tekturen überklebt ird. Das Ganze wird photographisch reproduziert und dabei rkleinert. Auf das Format komme ich noch zurück.

Die so hergerichteten Dinormen werden als S-Normen ür den ganzen Siemens-Konzern gültig) und SS-Normen Siemens-Schuckert-Normen) zu Büchern mit weißem Rücken zu-mmengestellt. Auch ihre Zahl ist, wie die der reinen DIN-ücher, beschränkt, da sie noch nicht alles enthalten, was für e Werke von Belang ist.

Die nach Abb. 2 abgeänderten DIN-Blätter werden in den 'erken weiter bearbeitet. Die dortigen Teillager sind der Fabri-

320 | 230

Abb. 4. Bisheriges Normblatt (DI W5).

297 | 210

Abb. 5. Normblatt in Einheitsformat A_4 (DI W476)

324 | 229

Abb. 6. Format C_4 für nachträgliche Umänderung in A_4.

kation angepaßt, es wäre verfehlt, wenn sie Teile mitschleppen würden, die nur in Ausnahmefällen gebraucht werden. Dem Konstrukteur muß gesagt werden, was in seinem Werke lagermäßig ist, und was er vorzugsweise bei seinen Konstruktionen verwenden darf. Das sinnfälligste Mittel dafür ist die Farbe. Deshalb werden die Lagerdreiecke des betreffenden Werkes durch Farbe hervorgehoben. Da es sich um eine genügend große Anzahl von Blättern handelt, lohnt die Anfertigung einer Schablone aus dünnem Blech. Jedes Werk hat eine andre Farbe, und die dem Werknormenbureau übergebenen Blätter werden von einer Hilfskraft bemalt. Der Konstrukteur sieht zwar, daß noch andre Längen vorkommen, er weiß auch, daß er im Notfall darauf zurückgreifen darf, zugleich weiß er aber auch, daß ihm die abgelieferte Zeichnung vom Normenprüfer zur Änderung zurückgegeben wird, wenn er keine ausreichende Begründung für die Verwendung des nicht lagermäßigen Teiles vorbringen kann. Die nun endgültigen Blätter werden mit den nur für das betreffende Werk gültigen Normen, mit S- und SS-Normen in Mappen mit rotem Rücken vereinigt.

Das Format der Blätter bereitete Schwierigkeiten. Der NDI hat bis jetzt seine Blätter im Zeichnungsformat 230 × 320 nach DIN 5 herausgegeben, Abb. 4, will aber auf das Einheitsformat A 4 umschalten, Abb. 5, und hat die Zeichnungsformate entsprechend geändert. Inzwischen sind aber in den Werken Werknormen entstanden, die in das neue Buch eingereiht werden sollen, und es war darum guter Rat teuer. Wir haben uns durch ein Kompromiß geholfen, Abb. 6, indem wir den neuen Satzspiegel auf das alte große Format druckten und dadurch die Möglichkeit schufen, später einmal die sämtlichen Blätter durch Beschneiden und Neulochen in die Formatnormung einzugliedern. Die gestrichelte Linie in Abb. 6 zeigt die künftige Beschnittlinie.

Nun zur Einteilung des SSN-Buches! Es sind 10 Klassen vorgesehen, damit die Blätter nach ihrem Inhalt getrennt werden können, Abb. 7. Der Benutzer wird sich allmählich die leicht merkbaren Hauptklassen einprägen und nicht im Zweifel sein, wo er ein bestimmtes Blatt zu suchen hat. Wir sind noch weiter gegangen und haben die Hauptklassen in je 10 Unterklassen geteilt, Abb. 8. Das war schon etwas gewagter; denn diese Unterteilung bedeutet ein wenn auch ziemlich rohes Arbeitsprogramm für Dinge, die noch genormt werden können. Wir hoffen, damit auch erzieherisch zu wirken; denn heute flattern die verschiedensten Verwaltungsvorschriften über Brief- und Verkehrswesen u. a. m. in den Bureaus herum, sind aber wert, zu Normen verdichtet zu werden. Dadurch soll sich das Normenbuch gleichzeitig zum Gesetzbuch der Siemens-Schuckert Werke auswachsen. Den Bureauvorstehern kann damit ein großer Teil Informationsarbeit bei Neueinstellungen abgenommen werden. Mit dieser Einteilung wird gleichzeitig der Beweis erbracht, daß nicht nur der Techniker, sondern auch der Kaufmann an der Normung großes Interesse hat.

Neben der im Vorstehenden behandelten Entwicklung und Gestaltung des Siemens-Schuckert-Normenbuches sind einige Arbeiten bemerkenswert, die eng damit verbunden sind. Zu jedem

Klassenverzeichnis des Siemens-Schuckert-Normenbuches — **SSN**

0 Allgemeine und Verwaltungs-Vorschriften
00 Normung; 01 Organisation; 02 Brief- und Verkehrswesen; 03 Bestell- und Lieferungswesen | 04 Buchhaltung, Statistik, Selbstkosten; 05 Konstruktion; 06 Werbe- u. Informationswesen | 07 Büro- u. Werkstatteinrichtungen; 08 Personalien, Lohn- und Tariffragen, Soziales; 09 Verschiedenes

1 Fabrikations- und Behandlungsvorschriften
10 Allgemeine Fabrikationsvorschriften; 11 Bearbeitung und Passung; 12 Wickeln und Schalten | 13 Warmbehandl. u. mech. Verb.; 14 Imprägnierung u. Isolierung; 15 Oberflächenbehandlung und Überzug | 16 Montage; 17 Prüfung; 18 Verpackung; 19 Verschiedenes

2 Berechnung, Messung und Prüfung
20 Mech. Festigkeitsberechnung und Messung; 21 Elektr. Berechnung u. Messung; 22 Magn. Berechnung u. Messung | 23 Kraftübertragung, Berechnung und Messung; 24 Druck- u. Wärme-Ber. u. Mess.; 25 Beleuchtungs-Technik | 26 Meßmethoden für Werkzeuge und Konstruktionselemente; 27 Prüfmethoden für Werkstoffe; 28; 29

3 Grundnormen (Normen-Elemente und Baumaße)
30 Allgemeine Grundnormen; 31 Elektr. Grundnormen; 32 für mech. Konstruktionen; 33 für elektr. Konstruktionen | 34 Baumaße f. Masch. u. Apparate; 35 Passungen; 36 für Werkzeuge und Werkzeugmaschinen | 37 Profil-Querschnitte; 38 Benennungen u. Abkürzungen; 39 Verschiedenes

4 Werkstoffe (Eigenschaften, Verwendungsgebiet und Lieferungsbedingungen)
40 Eisen; 41 Kupfer; 42 Aluminium; 43 Verschiedene Metalle | 44 Legierungen; 45 Kohle Fabrikate; 46 Isolierstoffe; 47 Öle und verwandte Stoffe | 48 Holz und Papier; 49 Verschiedenes

5 Halberzeugnisse (Handelsware, Abmessungen, Lagertabellen)
50 Eisen und Stahl; 51 Kupfer; 52 Aluminium; 53 Verschiedene Metalle | 54 Legierungen; 55; 56 Isolier- und Faserstoffe; 57 | 58 Holz; 59 Verschiedenes

6 Mechanische Konstruktions-Elemente
60 Schrauben und Zubehör; 61 Sonstige lösb. Verbindungen; 62 Feste Verbindungen; 63 Lager, -teile und Zubehör | 64 Übertragungselemente (außer Transmissionen); 65 Bedienungselemente; 66 Beschlag- und Montageteile | 67 Armaturen und Dichtungszubehör; 68 Federn und Zubehör; 69 Verschiedenes

7 Elektrische Konstruktions-Elemente
70 Draht- u. Kabelendverschlüsse und Installations-Material; 71 Klemmen, Anschl., Verbind.; 72 Kontakte (Druck- u. Schleif-) | 73 Masch.- u. Transf.-Zubehör; 74 Widerst.- u. Apparat-Zubehör; 75 Isol. mech. Teile und Bedienungselemente | 76 Grundpl. u. Schutzkappen; 77 Porzellan-, Steatit-Teile u. Zub.; 78 Isolierteile; 79 Verschiedenes

8 Werkzeuge und Lehren
80 Handwerkzeuge; 81 Hilfswerkzeuge und Vorrichtungen; 82 Bohrer, Fräser, Reibahlen | 83 Schneidstähle u. Metallsägen; 84 Schleif-Werkzeuge; 85 Gewindeschneid-Werkzeuge; 86 Meßwerkzeuge | 87 Montage-Werkzeuge; 88 Stangen und Schnitte; 89 Sonstige Werkzeuge

9 Fachnormen der Deutschen Industrie
90; 91; 92; 93 | 94; 95; 96; 97 | 98; 99 Verschiedenes

Z23/161

Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. Oktober 1922

Mechanische Konstruktions-Elemente — Klasse 6

60 Schrauben und Zubehör
600 Schlitzkopfschrauben; 601 Schlüsselkopfschrauben; 602 Hand- und Ösenschrauben; 603 Verbindungskopfschrauben; 604 Gewindestifte und Schaftschrauben; 605 Stiftschrauben und Doppelschrauben; 606 Muttern; 607 Unterlegscheiben und Sicherungen; 608 Holzschrauben; 609 Verschiedene Schrauben

65 Bedienungselemente
650 Handräder; 651 Griffe; 652 Knöpfe; 653 Kurbeln (Hand-); 654 Hebel (Hand-); 655; 656; 657; 658; 659 Verschiedenes

61 Sonstige lösbare Verbindungen
610 Stifte, Bolzen und Zapfen; 611 Splinte; 612 Keile und Keilfedern; 613 Springringe und Anschlagringe; 614 Stell- und Zentrierringe; 615 Büchsen (außer Lagerbüchsen); 616; 617 Spannschlösser und Zubehör; 618; 619 Verschiedenes

66 Beschlag- und Montageteile
660 Scharniere und Schlösser, Augplatten; 661 Haken und Krampen, Aufhängungen; 662 Vorreiber und Bügelverschlußteile; 663 Geländerteile und Schutzabdeckungen; 664 Schellen, Laschen, Dübel, Flansche; 665 Ankerplatten, Fundamentsockel, Gleitschienen; 666 Auswuchtteile; 667; 668 Schilder, Warenzeich. u. Zub. (Befestigungsmittel); 669 Verschiedenes

62 Feste Verbindungen
620 Niete; 621 Schrumpfringe; 622 Bolzen und Zapfen zum Einnieten; 623; 624; 625; 626; 627; 628; 629 Verschiedenes

67 Armaturen und Dichtungszubehör
670 Hähne; 671 Ventile und Verschlüsse; 672 Thermometer und Druckmesser; 673 Rohrleitungen, Flansche u. Fittings mit Zubehör; 674 Kühlschlangen, Ausdehnungsgefäße; 675 Stopfbuchsen mit Zubehör; 676 Armaturen für Lüftung; 677 Armaturen für Heizung (Roststäbe und dergl.); 678; 679 Verschiedenes

63 Lager, Lagerteile und Zubehör
630 Lager und -buchsen, Lagerschalen; 631 Kugellager und Zubehör (Kugeln usw.); 632 Schmier-, Spritz- und Dichtungsringe; 633 Öler, Schaugläser und Zubehör; 634; 635; 636 Schmier- und Abschlußdeckel; 637 Lagerböcke; 638; 639 Verschiedenes

68 Federn und Zubehör
680 Schraubenfedern; 681 Blattfedern; 682 Spiralfedern; 683 Kegelfedern; 684; 685; 686; 687; 688; 689 Verschiedenes

64 Übertragungselem. (außer Transm.)
640 Wellen und Achsen; 641 Kupplungen und Zubehör; 642 Riemen- und Seilscheiben und Zubehör; 643 Kettenräder und Zubehör (Ketten usw.); 644 Zahnräder und Zahnstangen; 645 Schnecken und Schneckenräder; 646 Räder u. Rollen (Spannroll., Laufräd., Laufroll. usw.); 647 Sperr- und Reibräder; 648 Gestänge und Zubehör (Kurbeln usw.); 649 Verschiedenes

69 Verschiedenes
690; 691; 692; 693; 694; 695; 696; 697; 698; 699

Z23/162

Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. Oktober 1922

Abb. 7 und 8. Einteilung des S S N-Buches.

Abb. 9 bis 11. Teilzeichnungen für einen Kegelgriff nach DIN 256

Normenblatt gehören Fabrikationszeichnungen; denn es entspräche nicht den heutigen Arbeitsverfahren, die Normenblätter in die Werkstatt zu geben und nach Tabellenmaßen darauf los arbeiten zu lassen. Schade ist es nur, daß sich noch kein Hersteller dieser Teilzeichnungen für Dinormenteile gefunden hat, er könnte der Industrie viel Parallelarbeit sparen. Dazu gehörte allerdings, daß die Zeichnungsvorschriften restlos abgeschlossen wären, weil diese Fabrikationsblätter bezüglich der Bearbeitungsangaben, Maßeintragung usw. jeder Kritik standhalten müßten.

Wie aus Abb. 9 bis 11 zu ersehen, ist viel Kleinarbeit zu leisten. Derartige Normen wie Kegelgriffe sind Gruppen von Einzelteilen, die eigentlich nach dem Normungsprinzip auch wieder Normen sein müßten. Neuerdings wird diese Regel vom NDI genauer beachtet, beim Kegel- und Ballengriff aber noch nicht, weshalb wir gezwungen waren, den Teilzeichnungen dieser Einzelteile eigene Nummern zu geben. Unser Zentral-Normenbureau hält für alle Normen die Fabrikationszeichnungen vorrätig und gibt sie in der erforderlichen Anzahl an die Fabrikationsstellen ab. Für das Aufbewahren der kleinen Blätter hat sich am zweckmäßigsten die sogenannte Vertikalregistratur erwiesen, d. h. sie werden in Aktendeckeln zu je 100 Nummern vereinigt und in normale Karteikästen eingestellt.

Zur Aufgabe eines Normenbureaus gehören unsrer Ansicht nach auch Ordnungsarbeiten, die als Zubringerarbeiten für die Normung gelten können. Wir haben alle Teile gesammelt, zu deren Herstellung kostspielige Werkzeuge erforderlich sind, und haben sie nach Arten zusammengestellt. Es handelt sich um Porzellan- und Isolationsteile, Schnitte und Zieheinrichtungen, Warmpreßteile, Profile, Spulen und Firmenschilder. Die Skizzen dieser Teile, in der Form, wie sie das Werkzeug hergibt, sind zu Nachschlagemappen für die Konstrukteure zusammengestellt, in sich in Klassen eingeteilt, damit das Aufsuchen erleichtert wird, und sollen das Neuanfertigen von Werkzeugen ersparen, wenn etwas Ähnliches schon vorhanden ist. Da die in das Werkzeug einzuschlagende Modellnummer vor Anfertigung eines Werkzeuges vom Zentral-Normenbureau an der Hand einer Skizze angefordert werden muß, ist noch eine weitere Kontrolle geschaffen, die rechtzeitig eingreifen kann, wenn der Konstrukteur die Sammlung nicht beachtet haben sollte. Teile gleicher Art in verschiedenen Abmessungen werden als Zahlentafeln ins Normenbuch übertragen, umgekehrt werden die Werkzeuge für das Anfertigen von DI- und SS-Normenteilen in die Sammlungen eingereiht.

Abb. 12. Sammelmappe für Siemens-Warmpreßmodelle.

Die Aufmachung der Sammelmappen für Siemens-Warmpreß-Modelle mit Klasseneinteilung und Griffregister ist aus Abb. 12 zu ersehen.

Ich möchte zum Schluß auf einige scheinbar abseits liegende Normengebiete hinweisen, da es lohnt, daß sich das Normenbureau auch damit eingehend beschäftigt.

Zunächst die Formate: Ende 1922 ist allen Stellen des Siemens-Konzerns die Mitteilung zugegangen, daß von jetzt ab Neudrucke aller Art, soweit es sich nicht um Ergänzung vorhandener Bestände handelt, nur noch nach DIN 476 in der Vorzugsreihe A ausgeführt werden, Abb. 13. Abgesehen von der mit der Normung des Papiers zu erwartenden Papierersparnis

Abb. 13. Normung der Papierformate.

Abb. 14. Firmenschilder nach Normformaten geschnitten.

…ffen wir von dieser Maßregel, daß sich der Kaufmann mehr …l bisher mit der Normung befreundet und zur Mitarbeit ge…t wird. Er stand bisher unseren Bestrebungen merkwürdig …d gegenüber.

Gleichzeitig haben wir versucht, die Vorteile der Format…nung auch bei Flächengebilden anzuwenden, bei denen der …ll beim Zerschneiden eine noch größere Rolle spielt als beim …ier, z. B. bei der Fabrikation von Plakaten und Firmenschil… aus Messing- und Eisenblech.

Wenn es uns gelingt, von den Fachausschüssen für Eisen … Nichteisen lagerhaltige Blechplatten nach DIN 476 zu erhal… dann steht nichts im Wege, die Formatnormung auch auf … derartigen Fabrikate anzuwenden. Wie vielseitig sich die …men bei Firmenschildern gestalten lassen, ohne daß man vom …mformat abweicht, zeigt Abb. 14.

Zum Schluß ein Wort über die Farbnormung, die …einbar noch weiter ab von unserm Interessengebiet liegt. Ich …uche aber wohl nur daran zu erinnern, wie schwierig es ist, einen einheitlichen, wenn auch nur grauen Anstrich bei Maschinen und Apparaten zu erzielen, daß in einer elektrischen Zentrale Dampf-, Öl- und Druckluftleitungen neben Hoch- und Niederspannungsleitungen für Gleich- und Drehstrom, Kraft-, Licht- und Telephonleitungen neben einander liegen und durch Farben gekennzeichnet werden sollen, ferner, daß auch auf Zeichnungen die Farbe eine, wenn auch eine nebensächliche Rolle spielt. Dann werden Sie verstehen, daß man ganz unwillkürlich auf die Arbeiten von Prof. Ostwald gelenkt wird[1]). Ich kann meinen Normenkollegen nur das Studium dieser geistvollen Arbeiten empfehlen. Die Harmonien der Farben lösen die Schlacken, die eine noch so unharmonisch verlaufene Normensitzung zurückgelassen hat, ganz neue Ausblicke werden erschlossen, die zahlreichen Beziehungen der Farbe zur Musik werden ohne weiteres verständlich, und der Normer erhebt sich aus dem grauen Alltag auf einige Zeit in höhere Regionen. [1576]

[1]) s. Z. 1921 S. 1105. 1119. 1223.

Zur Ingenieurerziehung.

Von Oberingenieur G. M. Strobl, Dortmund.

Weniger theoretische, mehr praktische Mathematik! Mathematik nicht nur vor, sondern auch nach dem Zwischenexamen. Vorher angewandte Mathematik, nachher spezielle Ingenieurmathematik. Auch sollte der Lehrer sowohl Praktiker als Pädagoge sein. — Keine Zeichner, sondern Konstrukteure ausbilden. Der Unterricht darin weniger mechanisch, sondern der vielgestalteten Praxis angepaßt. Vor allem Berücksichtigung der wirtschaftlichen Faktoren. Mehr Anschauungsunterricht. Den Betriebsmann zugleich mit dem Konstrukteur erziehen. — Die akademische Freiheit sollte nicht halb gegeben, halb genommen werden. Es müßte mit andern Mitteln, als durch Einschränkung der akademischen Freiheit, erreicht werden, daß der Student intensivst arbeitet. Vor allem wäre engerer Kontakt zwischen Lehrer und Schüler herzustellen. Ferner mehr seminaristischen Unterricht. Einrichtung von Abendkursen, durch welche zugleich eine gründliche Allgemeinbildung übermittelt werden könnte.

…n dieser Zeitschrift vom 16. Dezember 1922 veröffentlicht Herr Baurat Dr.-Ing. e. h. G. Lippart einen Artikel über Ingenieurerziehung, vorgetragen auf der Tagung des „Bundes der Freunde der Technischen Hochschule München“ am 8. De…ber 1922 in München. Der Artikel baut auf den einschlä…n Arbeiten von Matschoß, Riedler, Aumund weiter …l bringt dabei so viele wertvolle Anregungen, daß er nicht …in geeignet sein dürfte, als Kanon für alle Kreise zu dienen, …che sich mit dem technischen Unterricht beschäftigen, sondern …h verdient, von jedem Ingenieur der Praxis mehr als einmal …sen zu werden. Betont ja der Verfasser selbst, daß er spe…l vom Standpunkt der Praxis aus sprechen will. Dabei be…ränkt er sich darauf, mit großen Strichen möglichst allge…ne Richtlinien zu geben, teils mit Rücksicht auf die Prägnanz, …rsichtlichkeit und Geschlossenheit des als Vortrag aus…rbeiteten Aufsatzes, teils aus dem Grunde, weil ein Rufer … so hervorragendem Posten auf keine Einzelheiten eingehen …n. Hier nun müßte die Kleinarbeit einsetzen, um diese Keime … reicher Frucht zu bringen. Es ist aber wohl nicht gut, wenn …e Hochschule für sich Experimente macht, auch sollte diese …zelarbeit nicht den wenigen Stellen ganz überlassen sein, die …n offiziell mit der Hochschulreform beschäftigen, sondern es …ßte zunächst eine allgemeine Erörterung den vielen Meinungen …htung geben. Deshalb würde ich es für äußerst fruchtbar …ten, wenn wir jungen Ingenieure, die wir sozusagen noch … der backwarmen Praxis heraus die Vorzüge und Fehler …serer Erziehung wissen, das Thema aufgreifen und möglichst … ins einzelne durch Beispiele, Vorschläge und persönliche …nsche weiterführen würden. Eine so außerordentlich wichtige …che wie die Ingenieurerziehung muß noch viel weiter um sich …ifen als jetzt, muß alle technisch interessierten Kreise er…sen und aus ihrer bisherigen Interesselosigkeit für diese …iale Frage herausreißen. Es ist ja doch leider so, daß schon … junge Ingenieur, sowie er in die Praxis kommt, sich kaum …hr um seine Hochschule kümmert, und auch der Zusammen…g der Hochschulen mit den von ihnen erzogenen Ingenieuren … viel zu gering. Ich würde es deshalb begrüßen, wenn meine …llegen auf diesen meinen bescheidenen Anfang weitere Auf…ze folgen ließen, in denen sie rückhaltlos ihre Ansichten über …genieurerziehung äußerten, mögen sie auch noch so subjektiv …n. Dadurch würde denen, welche zu Reformen berufen sind, … umfangreiche Einzelarbeit erleichtert, reichliches Material an … Hand gegeben, und sie könnten sich um so mehr der organi…orischen Aufgabe widmen, all das Subjektive ins rechte Wert…ß zu setzen und die letzten Normen aufzustellen.

Ich will der von Herrn Dr. Lippart angegebenen Dispo…ion folgen, da sie wohl die natürlichste und deshalb beste ist, …d für heute mit der Frage beginnen: „Was soll die Hochschule …n Ingenieur für die Praxis mitgeben?“ Hier wollen wir drei …nkte herausgreifen:

1. Wieweit soll der Einfluß der Mathematik reichen?
2. Soll die Hochschule vor allem „Konstrukteure“ heranbilden?
3. Soll auf der Hochschule mehr gearbeitet werden als bisher, oder ist sie nach wie vor ein wenig zum Bummeln da? Wie läßt sich ein engerer Kontakt zwischen Lehrer und Schüler herbeiführen? Wie Allgemeinbildung übermitteln?

Zu 1: Wie weit soll der Einfluß der Mathematik reichen? Herr Baurat Dr. Lippart betont zunächst, wie wichtig die …herrschung der für alle Berufe nötigen mathematisch-natur…ssenschaftlichen Grundlagen ist.

Daß hier noch viel zu verbessern ist, das ist nur zu wahr, obschon von berufenster Seite schon viele Anregungen gegeben worden sind und auch in der Praxis gerade hier schon bemerkenswerte Versuche zur Besserung gemacht wurden.

Man kann sagen: Vor allem haben wir zuviel reine Mathematik und zu wenig angewandte Mathematik gelernt. Ob es nicht besser wäre, wenn sich die Professoren für Mathematik in theoretische und praktische Lehrer teilen würden? Es kann doch nichts Ersprießliches herauskommen, wenn ein Theoretiker, welcher sich mit den tiefsten Fragen der Mathematik beschäftigt und dieser Aufgabe sein Leben widmet, einen großen Teil seiner kostbaren Zeit auf den Unterricht junger Ingenieurstudenten verwenden muß, zumal in einer Mathematik, welche für ihn ein elementares Einmaleins bedeutet. Sollten sich nicht auch unter den Mathematikern solche finden, welche Lust und auch Begabung für die angewandte und Ingenieurmathematik haben? Freilich scheint das nur in besonderen und seltenen Fällen zu glücken, weshalb auch einzelne Hochschulen die Berufung von Physikern, Naturwissenschaftlern und selbst Ingenieuren aus der Praxis für solche Lehrstühle versucht haben. Freilich sind das erst Einzelbestrebungen geblieben, von einem Mitgehen aller Hochschulen in dieser Richtung ist wohl noch keine Rede.

Diese Art von Mathematik ließe sich in zwei Staffeln ausbauen, zunächst als „Angewandte Mathematik“ mit noch großer Anlehnung an die theoretische Mathematik, dann aber als spezielle „Ingenieurmathematik“, wobei das Mathematische nicht mehr Selbstzweck, sondern Mittel zur Lösung von Ingenieurfragen wäre. Eine solche Art von Mathematik müßte, wie Herr Dr. Lippart sagt, den Schüler immer auf das Wie und Wo hinweisen, auf die Nützlichkeit und Anwendbarkeit, auf die Zusammenhänge mit Nachbargebieten (Physik, Chemie, Astronomie usw. in der „angewandten Mathematik“; Maschinenbau, Fabrikbetrieb usw. in der „Ingenieurmathematik“), müßte ferner Rücksicht nehmen auf praktische Fälle (durch Heranziehung von Beispielen ausgeführter Anlagen) und müßte vor allem den „Wert fürs Leben und nicht fürs Examen“ im Auge behalten. Die Ausarbeitung eines derartigen praktischen Mathematikunterrichtes könnte doch, so meine ich, einen Lehrer für den Stumpfsinn entschädigen, der nun einmal in jedem Elementarunterricht liegt, und könnte ihn besonders dann befriedigen, wenn er noch Freude an dem rein pädagogischen Ausbau seines Kollegs hat. Ob diese Kräfte unter den Herren, die sich vorzüglich nur mit höchster Mathematik beschäftigen, zu finden sein werden, das hat das Preußische Unterrichtsministerium durch die oben angedeuteten Versuche eigentlich schon verneint. Es ist ja einem solchen reinen Mathematiker wirklich nicht zu verargen, wenn sein Unterricht trocken wird und sein rein mathematischer Eifer die pädagogische Lust übertrifft, die ja stets eine besondere Veranlagung voraussetzt. So erinnere ich mich persönlich z. B., daß ich im Examen in einer halben Stunde mit meinem sehr verehrten Lehrer die gesamte höhere Flächentheorie durchjagte, zum Entsetzen der umstehenden Kandidaten und zur nicht geringen Freude des Lehrers, in dem Einerlei der Prüfung auch einmal etwas „Höheres“ mit einem Prüfling zu erleben. — Ich bekam Note Eins, aber ich muß sagen, daß ich sie nicht verdient habe; denn ich hatte ein großes Wissen, aber kein Können. Trotz meiner Vorliebe für Mathematik war ich später in der Praxis nicht imstande, z. B. nur eine einfache Schwingungsaufgabe, etwa die Berechnung der kritischen Drehzahl einer Welle, ohne weiteres durchzuführen. Warum?

Damit komme ich zu einem zweiten Punkt: Nicht allein lernen wir zuviel theoretische Mathematik, sondern wir haben beim Eintritt in die Praxis längst wieder alles vergessen. Nach dem vierten Semester ist auf der Hochschule Schluß mit der Mathematik. Das ist, wie auch Herr Dr. Lippart betont, nicht in Ordnung. Vorher zuviel Mathematik und nachher zu wenig! Nach meinem Dafürhalten sollte die Mathematik den Ingenieur das ganze Leben, jedenfalls aber auf die Dauer seines gesamten Studiums begleiten. Sie ist ja seine Nährmutter, und sie hebt ihn vor allem als Akademiker heraus. Deshalb wäre es sicher von Vorteil, wenn etwa vor dem Zwischenexamen angewandte Mathematik (auf möglichst vielseitige Gebiete ausgedehnt), nach demselben aber spezielle Ingenieurmathematik gelehrt würde. Auch der Frage könnte man näher treten, wie weit dabei angewandte Chemie und Physik mit herangezogen werden sollte, um auf diese Weise den heute immer häufigeren Fällen vorzuarbeiten, daß der Ingenieur an Grenzgebiete herankommt. Dadurch würde jedenfalls der jetzt allzu scharfe Einschnitt des Vorexamens gemildert und eine organische Entwicklung der Erziehung gefördert.

Zu 2: Soll die Hochschule vor allem „Konstrukteure" heranbilden?

Ich habe auf dem Speicher — man verzeihe mir den persönlichen Ton; aber ich glaube, daß es uns gar nichts schaden könnte, wenn wir in allem die Unpersönlichkeit etwas ablegten, wie sie heute mehr denn je beliebt geworden ist —, ich habe zu Hause auf dem Speicher einen großen Stoß Zeichnungen liegen. Ich war immer stolz darauf; denn die Zeichnungen sind so groß wie Landkarten, sind sauber ausgezogen, bunt angelegt, zierlich überschrieben, und außerdem sind sie so zahlreich, daß sie heute allein schon ein Papiervermögen darstellen.

Dennoch erinnere ich mich aus meiner Erstlingspraxis, daß ich an einer Dieselmaschine ein Exzenter konstruierte, welches — hart im Raume stoßen sich die Sachen — nach dem Einbau an einer Traverse anstieß. Das empfand ich damals recht blamabel; aber ich glaube, daß wir Ingenieure uns allesamt in den ersten Jahren nicht sehr geschickt im Konstruieren anstellen. Warum? Weil wir zu sehr das Zeichnen gelernt haben, aber zu wenig das Konstruieren. Wir alle, die wir noch den alten Konstruktionsunterricht genossen haben, müssen von uns sagen, daß wir das Konstruieren überhaupt nicht auf der Hochschule gelernt haben, sondern erst in der Praxis mit ihren stets neuen Aufgaben. Auch das rein Technische des Konstruierens lernt man eigentlich erst in der Praxis; denn es hat jede Firma ihre Eigenart in der Form und Art der Zeichnungen, in ihren Normalien und sonstigen Gepflogenheiten der Ausführung.

Bereits einige Hochschulen haben mit der altüberlieferten Tendenz, vor allem Konstrukteure oder gar Zeichner auszubilden, in großzügiger Weise gebrochen. Ob aber hier schon überall wirklich das Eis gebrochen ist, das kann ich als Fernstehender nicht beurteilen, bezweifle es indes und halte es deshalb für gut, darüber noch zu sprechen. Heutzutage ist der Akademiker — einige geschätzte Konstrukteurtalente, wie sie jede Firma hat, ausgenommen — kein Konstrukteur, sondern vor allem Betriebsmann und technischer Kaufmann, Organisator, Wirtschaftler. Davon aber haben wir auf der Hochschule nichts gelernt. Wieviel mühselige Stunden haben wir Studenten dagegen darauf verwendet, die Zeichnungen mit Tusche auszuziehen, farbig anzulegen und säuberlich abzuradieren (was allein eine Turnübung bedeutete, angesichts des Formates), und ebenso schön mit Tusche zu überschreiben! Jetzt aber sage ich, das hatte keinen Sinn und es war schade um die schöne Zeit! Es genügen doch auch saubere, korrekte und vor allem richtige Bleistiftzeichnungen. Das soll freilich keine Aufforderung zur Nachlässigkeit sein, eine bedenkliche Gefahr, die ohne Zweifel vorhanden ist. Aber Fleiß, Korrektheit und Gründlichkeit müßten eben durch andere Erziehungsmittel erreicht werden. Jedenfalls haben wir in der Praxis, um es drastisch auszudrücken, einen Ingenieur lieber, welcher eine Zeichnung mit Rot- und Blaustift auf Packpapier macht, dabei aber zeigt, daß er Gedanken hat, als einen, der Meister der Tusche ist, dabei aber geistig schläft.

Zur Frage des Konstruktionsunterrichtes noch folgendes: Die Aufgaben, welche gestellt werden, verlangen durchschnittlich zuviel mechanisches Arbeiten. Deshalb sind manche Hochschulen schon dazu übergegangen, zu einem Entwurf nicht mehr sämtliche Einzelzeichnungen zu verlangen. Es genügt nur eine oder zwei Einzelzeichnungen, aber diese gründlich durchgearbeitet, einschließlich Auswahl und Beschaffung des Materials, Berechnungen, Fragen der Kalkulation und des Arbeitsvorganges, Werkzeugangabe und alles, was sonst betriebstechnisch wichtig ist. Wenn ein Student ein einziges Werkstück vom ersten Entwurf über die ganze Fertigung bis zum Verkauf in seiner Arbeit verfolgt, dann kann er daran mehr lernen, als wenn er 300 Stunden über Einzelzeichnungen sitzt, bei denen er sich immer wieder mit dem Zeichnen von Sechskantmuttern plagen muß.

Trotz aller Ablehnung des allzuvielen Zeichnens soll das Konstruieren dem Studenten nicht fremd bleiben, im Gegenteil, er soll es besser lernen als bisher; hier kann man, glaube ich, durch Anschauung mehr erreichen als durch eigenes Zeichnen, so notwendig sonst überall das Selbermachen ist. Beim Konstruieren steckt ja im Selbermachen allzuviel Mechanisches und Zeitraubendes. Wenn im Zeichensaal anstatt alter Musterkartons, die Jahr für Jahr mit strichpunktierten Linien und den sonstigen Feinheiten kopiert werden, z. B. eine moderne Dieselmaschine mit allen Einzelzeichnungen und Stücklisten ausgehändigt würde, so, wie sie in einer Fabrik wirklich zur Anfertigung der Maschine verwendet worden sind, und wenn diese Zeichnungen dann vom Lehrer mit Lebhaftigkeit und Phantasie durchbesprochen würden, dann würde sicherlich ein so reichhaltiges Anschauungsmaterial das konstruktive Können des Studenten mehr fördern, als es bei den jetzigen Methoden möglich ist. Freilich müßte dann auch die Industrie einen Entschluß fassen und mit ihrem vielleicht allzu ängstlich gehüteten Konstruktionsmaterial mehr herausrücken als bisher. Gerade unsere umstürzende Zeit hat uns darin freier gemacht, ein richtiges Urteil zu fällen, wieweit das Behüten von Geheimnissen notwendig, wieweit aber überflüssig ist.

Man muß auch sagen, daß die Konstruktionsaufgaben unserer Hochschulen zu theoretisch sind. Da bekommt ein Kandidat eine Turbine mit 50 PS, der andere mit 100 PS, der dritte mit 200 PS — der eine mit 1 m Gefälle, der andere mit 5 m, der dritte mit 10 m. Das ist nicht gut. Die Varianten der Aufgaben sollten aus der Praxis genommen werden. Hier gibt es nämlich Varianten ganz anderer Art, auf welche Herr Baurat Lippart in seinem Aufsatz besonders hinweist, nämlich 1. Wirtschaftsrücksichten, 2. Rechtliche Fragen, 3. Menschliche Verhältnisse. — Man denke z. B. an die vielen Variationsmöglichkeiten, die sich aus der Bestimmung und Aufstellung einer Maschine ergeben: Schiffsmaschinen, chemische Maschinen, Maschinen für Umbau oder Erweiterung bestehender Fabrikanlagen; oder man denke an die Rücksichten auf die Herstellung der Teile, auf die vorhandenen Maschinen einer Fabrik, auf das vorrätige oder zu beschaffende Material — kurz, der Wirkungsgrad der Praxis setzt sich aus ganz anderen Faktoren zusammen als derjenige der Theorie. Die Berücksichtigung dieser praktischen Wirkungsgrade (die im Leben meist den Ausschlag geben) sollte auch der Student beim Konstruieren von Anfang an lernen.

Nun ist es aber für einen Professor der Hochschule, mag er auch über eine glänzende Phantasie verfügen, unmöglich, hier wirklich lauter „Praktisches" zu ersinnen. Das pulsierende Leben übertrifft ja stets die kühnste Phantasie des Menschen! Es wäre deshalb wohl eine begrüßenswerte Tat, wenn die Praxis, wie schon oben angedeutet, den Hochschulen Unterlagen liefern würde, teils durch Überlassung von Konstruktionszeichnungen ausgeführter Maschinen und Anlagen unter Angabe der Schwierigkeiten, welche zu überwinden waren (bauliche Vorschriften, Platzbeschränkung, Wünsche des Bestellers u. a.), teils auch dadurch, daß die Ingenieure der Praxis diejenigen Arbeiten, die sie erledigt haben, nicht ad acta legen, sondern ihren früheren Hochschulen mitteilen. Dies natürlich nur soweit, als es — nach großzügiger Erwägung — das Interesse der Praxis gestattet. Welch reger Kontakt ergäbe sich auf diese Weise zwischen Schule und Praxis! Die Schule könnte all dies Material zu einem unerschöpflichen Fonds sammeln.

Auf den Hochschulen wird für das Konstruieren nicht allein zuviel Zeit verwendet, sondern überhaupt zuviel Wert darauf gelegt. Ich glaube, jeder Mann der Praxis wird die Meinung teilen. Es mag daran die hastige Entwicklung des Wirtschaftslebens in gleicher Weise Schuld sein, wie der allzu konservative Geist vieler Professoren, welche an der altüberlieferten Hochschulpraxis zäh festhalten. Seit die Tendenz durchgedrungen ist, Professoren aus der Praxis heraus zu berufen, ist ja schon manches viel besser geworden. Die Praxis lehrt uns ja, daß es nicht heißen soll: Der Ingenieur muß vor allem Konstrukteur sein; wenn er sonst noch Betriebsmann, Wirtschaftler oder irgendein Spezialist werden will, dann mag er sich darauf durch Wahlfächer vorbereiten oder eben warten, bis ihn die Praxis selbst das Notwendige lehrt. Es würde wohl besser heißen: Alle Ingenieure müssen mindestens ebenso gute Betriebsleute werden wie Konstrukteure! Diese Tendenz sollte den gesamten Lehrplan bestimmen. Hat doch A. Riedler schon vor Jahrzehnten und in schärfster Weise vor wenigen Jahren[1]) den Hochschulen ihre Einseitigkeit vorgehalten, daß sie z. B. für das Verkehrswesen, eine der gewaltigsten Schöpfungen der Technik, welche alles Leben unserer Zeit durchdringt, keine eigene, einheitliche Vorlesung darbietet, sondern höchstens Sonderkollegs über einzelne Transport- und Verkehrsmittel. Andere vernachlässigte Zweige sind Wärmewirtschaft, Energieumwandlung, Betriebswissenschaft, Fabrikorganisation, wirtschaftliche Fertigung, Normungswesen, Verwaltungslehre, Rechtswesen, Gemeinschaftswesen. Wiewohl hier schon von manchen Persönlichkeiten gründlich Wandel geschaffen wurde, fehlt doch noch jene von Riedler geforderte Einheitlichkeit — nicht herausgeschnittene Separatkollegs wünscht er, auch keine Abschachtelung der Abteilungen, sondern einen Lehrplan von möglichst synthetischer Einheitlichkeit der ineinandergreifenden Gebiete.

Die notwendige Zeit für derartige Vorlesungen würde zu gewinnen sein, wenn man, wie ausgeführt, das „Konstruieren" besonders nach der mechanischen Seite hin zurücksetzen würde. Solche Lehrstühle müßten natürlich mit Kräften besetzt werden, welche in der Praxis mit Erfolg in dem entsprechenden Fach

[1]) A. Riedler, Zerfall und Neubau der Technischen Hochschule Z. 1919 S. 302 u. f.

…eitet haben — ich sage mit Erfolg: denn gerade in diesen …gen herrscht bei den einzelnen Firmen viel Willkür, teils weil … Ingenieure darin nie ausgebildet worden sind, teils weil die …biete noch wenig systematisch bearbeitet und in Ergebnissen …tgelegt sind. So werden wirtschaftliche Fragen gewöhnlich in …er Fabrik auf eigene Faust ausprobiert, mit unausbleiblichen …ädigungen (man denke z. B. an die Uneinigkeit hinsichtlich … besten und richtigsten Unkostenberechnung).

Wenn man dem Studenten schon auf der Hochschule eine ge…sse Vorliebe für alles anerzieht, was mit dem Betrieb zu…nmenhängt, so könnte man dadurch, glaube ich, gleichzeitig …em bekannten Übel der Praxis entgegenarbeiten, das man, weil …ausrottbar, lächelnd duldet, das aber doch den Firmen viel …ergie, Vernunft und Geld kostet: Es ist die leidige Spannung …ischen Konstruktionsbureau und Betrieb. Welche Unsumme … sinnloser Reibungsarbeit, nur weil jeder seine Sphäre über…ätzt und keiner auch Liebe für die andere hat! Aller Krieg …hrt letzten Endes aus der Einseitigkeit her. Erzieht vielseitige …nschen und es wird viel Reibungsarbeit aus dem Getriebe der …nschen verschwinden! Diese kommt ja an manchen Orten der …tzarbeit zahlenmäßig gleich, ich kenne sogar manche Betriebs…ite, die von 95 vH Reibungsarbeit sprechen! Darum wäre es … Schritt vorwärts, wenn Betriebsmann und Konstrukteur ein…der schon auf der Hochschule näherkämen. Bleistift und …hrer sollten miteinander gehen, nicht gegeneinander!

Wenn man von der Erziehung zur Kenntnis des Be…iebes spricht, so müßte auch das Praktikantenwesen berück…htigt werden. Doch will ich darauf erst in einem nächsten …tikel eingehen, der sich mit dem zweiten Dispositionspunkt in …m Vortrag von Dr. Lippart befaßt: Was soll die Praxis für … Ingenieurerziehung leisten?

Aber auf eines will ich noch hinweisen: Wie auch immer … Programme für Hochschulreform ausfallen mögen (bestimmte …ssungen liegen bereits in der Preußischen Diplom-Prüfungs…dnung vom 1. Juli 1922 und in den weiteren Erlassen des …eußischen Ministeriums für Kunst, Wissenschaft und Volks…dung vor), so müssen doch all diese Reformen für die Zukunft …m Studenten mehr Arbeit verlangen, als bisher geleistet wurde. …eses Mehr kann durch einen verbesserten Wirkungsgrad des …udienganges wohl erreicht werden. Nur so kann das Niveau der …ochschule auf entsprechender Höhe gehalten werden. Wie das … erreichen ist, dafür gibt es manche Vorschläge. Einige be…rworten möglichst strenge Prüfungen, um Qualität von Masse … sichten. Prof. Aumund verspricht sich einen guten Erfolg …n der Errichtung sogenannter „Meisterkurse" für besonders …lentierte Schüler. Jedenfalls scheinen die berufenen Stellen ge…ssentlich der Gefahr einer jeden Reform aus dem Weg zu gehen, … darin besteht, daß das Neue nicht besser, sondern nur be…emer gemacht wird. Damit kommen wir zum dritten Punkt …serer Abhandlung:

Zu 3.: Soll auf der Hochschule mehr gearbeitet werden als …sher, oder ist sie auch ein wenig zum Bummeln da?

Hier müssen wir zunächst die Frage der Akade…ischen Freiheit streifen. Jetzt ist es doch auf der Hoch…hule so, daß der Student die Akademische Freiheit oberflächlich …nnimmt, als etwas Selbstverständliches, ohne ihr die ernste …ürdigung zu schenken, die sie verlangt. Der junge Student ge…eßt eben die Freiheit, wie sie geboten wird, ohne darüber viel …chzudenken. Er müßte aber eindringlich darauf hingewiesen …erden, daß es doch der Hochschule nicht darum zu tun sein …nn, dem Menschen, der 12 Jahre unter dem Schulzwang lebt …d nach seinem Hochschulstudium wieder sicherlich dreißig …hre und länger unter dem Berufszwang steht, vier Jahre lang …s Phantom einer Ungebundenheit vorzuspiegeln, für das unser …irtschaftsleben gerade in den kommenden Jahren keinen Platz …ehr hat.

Soll man nun die Akademische Freiheit ganz abschaffen? …an muß gestehen, daß manche Hochschule diesen Weg praktisch …hon beschritten hat, indem Studiengang und Pflichtfächer vor…schrieben werden und auch in der Wahl der Kollegien und …ozenten kaum viel Spielraum gelassen ist. Auch durch die Mit…wertung der Anzahl der Zeichnungen und Übungen wird ein …r Akademischen Freiheit entgegenwirkender Zwang ausgeübt. …erner ist es bei manchen Kollegien kaum möglich, eine größere …ersäumnis wieder nachzuholen. Darin liegt natürlich ein be…nderes Geschick des Lehrers, daß er seiner Vorlesung so …dividuelles Gepräge gibt, daß sie durch Bücher und Repetitions…urse nicht ersetzt werden kann.

Es ist aber zu bezweifeln, ob das der richtige Weg ist. Die …kademische Freiheit darf nicht zum Schlagwort ohne Inhalt …erden. Man hört mit Recht Klagen, daß die Universitäten in …eser Hinsicht akademischer vorgehen, während die Technischen …ochschulen allmählich zu Fachschulen mit rigorosem Mittel…hulbetrieb würden. Eine Freiheit, die mit andern als morali…hen Mitteln beherrscht wird, ist keine Freiheit mehr. Die …kademische Freiheit muß als geheiligtes Recht des Akademikers, …s sein Stolz und als wertvolles Mittel, sich selbst zu freiwilliger …flichterfüllung zu erziehen, geachtet werden. Sie sollte aber …rade vom Studenten geachtet werden, und es sollte durch irgend…elche Mittel gelingen, ihm darin einen großen Ernst anzu…ziehen. Wenn wir zurückdenken, müssen wir alle gestehen, daß wir seinerzeit diesen Ernst nicht besessen haben, sondern es für „standesgemäß" gehalten haben, ein wenig zu bummeln. Nachgedacht haben wir darüber wenig, hauptsächlich war es wohl der Einfluß leichtfertiger Kommilitonen und die liebe Eitelkeit. Die Hochschule selbst hat sich jedenfalls stets passiv verhalten.

Es gäbe aber wohl Mittel und Wege, um den Studenten auch ohne Eingriff in seine Akademische Freiheit zum Arbeiten anzuhalten. Der Student muß aus Überzeugung arbeiten, und die Hochschule muß ihn dabei aufklären. Wir alle in der Praxis wissen ja und sehen es täglich vor uns, daß große Erfolge im Leben nur derjenige erringt, welcher neben „Talent und Glück", wie Herr Dr. Lippart so richtig sagt, auch ein sogenanntes „Arbeitstier" ist. Ohne gewaltigen Fleiß hat es noch kein Künstler, kein Gelehrter, kein Staatsmann und auch kein Ingenieur zu etwas Großem gebracht. Daher sollte man gerade in den jungen Studenten, da sie noch in überschüssiger Kraft stehen, Freude am Arbeiten, Durst nach Wissen und Interesse für alles, was das Leben bietet, wecken. Durch unmittelbaren und mittelbaren Zwang läßt sich hier nur Mangelhaftes erreichen. Der Zwang darf eine gewisse durch die natürliche Trägheit des Menschen gesetzte Grenze nicht überschreiten, sonst weckt er unnatürlichen Widerstand und schadet mehr, als er nützt. Der sicherste Erfolg wird sich dann einstellen, wenn es dem Lehrer glückt, Lust und Liebe in den Schülern zu wecken und zu erhalten. Gibt es ja doch, wie schon unser großer Kant gelehrt hat, nichts schlechthin Gutes auf der Welt als den guten Willen. Freilich verlangt dies eine große pädagogische Kunst des Lehrers, die sich eben leider nicht immer glücklich mit großer Gelehrsamkeit paart. Es scheint mir aber, daß heute auf den Hochschulen das pädagogische Talent der Lehrer noch immer zu wenig geschätzt und unterstützt wird. Auch hier mag die Überlieferung aus alter Zeit schuld sein, in welcher die Hochschulen weniger Lehranstalten als Forschungsinstitute waren (Erbe der Universitäten). Für die Erreichung unseres Zieles ist es eine prinzipielle Forderung, die auch von allen Seiten immer wieder erhoben wird, daß der Kontakt zwischen Lehrerschaft und Studenten viel enger wird als jetzt. In dieser Richtung würden die oben erwähnten „Fortgeschrittenenkurse oder Meisterklassen", wie sie vom Preußischen Ministerium für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung vorgeschlagen wurden, sicherlich von Erfolg sein. Recht förderlich sind hierfür auch häufige gemeinschaftliche Exkursionen, allmonatliche Fabrikbesichtigungen (vgl. auch Dr. Lipparts Aufsatz). Recht geeignet würde mir auch für diesen Zweck die Abhaltung von Abendkursen erscheinen, zu denen jeder Student Zutritt hat — wer die Mühe scheut, wird von selbst wegbleiben, und so ist eine natürliche Auslese gegeben und die Gefahr eines unnatürlichen Strebertums verringert. Diese Abendkurse könnten etwa in der Form von Seminarien, von Dozenten- und Schülervorträgen mit anschließender Erörterung abgehalten werden. Auch Projektionsapparat und Kinematograph dürfen nicht fehlen. Dadurch würde das Interesse der Studenten wachgehalten, das sie jetzt bei der etwas erstarrten Form des Kollegs trotz guten Eifers nicht stundenlang aufzubringen vermögen. In der alten Form des Kollegs läßt sich ja angesichts des heutigen Massenbesuches kein Kontakt zwischen Lehrer und Schüler herstellen.

Dieser Kontakt würde auf dem angedeuteten Weg eher erreicht, zugleich würde den Studenten Gelegenheit geboten, das in unserem Beruf recht wichtige Reden und Verhandeln zu lernen und zu üben. Der junge Student muß wachgerüttelt werden, noch bevor es das Leben tut. Ich kenne viele Ingenieure, die weiter nichts können als reden und damit reichlich ihr Brot verdienen. Aber ich kenne auch viele Ingenieure, die trotz guter Talente in untergeordneter Stellung bleiben, weil sie nicht aus sich herauskönnen.

Ein weiterer Vorteil dieser Abendkurse wäre der, den Studenten eine entsprechende Allgemeinbildung beizubringen, auf deren Notwendigkeit von allen Seiten, besonders auch von Herrn Baurat Lippart in seinem Vortrag hingewiesen wird. Wir wollen es ja öffentlich garnicht verraten, wie weit es hier in der Praxis häufig fehlt! Als Themata könnten in diesen Abendkursen gewählt werden: Wirtschaftsfragen, Politik, Nationalökonomie, Rechtswissenschaft, Bank- und Handelswesen, Verkehrswesen, Auslandskenntnis, Geographie und Geschichte (vor allem vom wirtschaftlichen und kulturellen Standpunkt aus), Geologie und Naturwissenschaften, Philosophie, Kunst und vor allem auch fremde Sprachen.

Schluß: Das Vorschlägemachen und Besserwissen ist immer eine undankbare Sache, besonders wenn man nicht amtlich dazu berufen ist. Für die Kreise, welche sich mit dem technischen Unterricht befassen, mögen wohl meine Ausführungen wenig Neues bringen. Als Außenstehender bin ich hierzu auch garnicht imstande; dagegen soll es Zweck meiner Abhandlung sein, das Interesse für eine so außerordentlich wichtige Angelegenheit, wie die Ingenieurerziehung ist, in weiteren bisher gleichgültigen Kreisen zu wecken, und deshalb habe ich meine Scheu, ohne Sachkenntnis über eine Sache öffentlich zu reden, überwunden und gebe mich der Hoffnung hin, daß diese Zeilen bei meinen Kollegen Widerhall und bei den Unterrichtstellen Beachtung finden möchten. Nichts trägt reichlichere Zinsen als Kapital, das man bei der Jugend anlegt! [1726]

RUNDSCHAU.

Maschinenwesen.

Versuche mit Verdichtungsdüsen.

Die Umsetzung hohen Druckes in Geschwindigkeit hat zuerst de Laval durch eine geeignete Gestaltung seiner Düse in nahezu vollkommener Weise verwirklicht. Die großen Erfolge der Dampfturbinen sind hierdurch möglich geworden. Sie lenkten die Aufmerksamkeit weiter Kreise auf die Strömungsvorgänge in Expansionsdüsen. In neuerer Zeit hat nun auch die Umkehrung dieses Vorganges, die Umwandlung von Geschwindigkeit in Druck, große Bedeutung erlangt. Es sei nur an die Anlagen von Wetterführungen in Bergwerken, an Druckvervielfältiger (Multiplikatoren) bei Gebläseanlagen, Düsenschornsteine usw. erinnert.

Abb. 1 und 2. Versuchsdüse 1.

Während bei der Umsetzung von Druck in Geschwindigkeit Wirkungsgrade von 96 bis 98 vH erreicht werden, ist die Umwandlung von Geschwindigkeit in Druck jedoch nur mit ganz erheblichen Verlusten möglich. Einschlägige Versuche hat Prof. Dr. O. Knoblauch angestellt, über die Dr.-Ing. A. Riffart in Heft 257 der Forschungsarbeiten[1]) berichtet.

Abb. 3 und 4. Versuchsdüse 2.

Riffart hat zwei Düsen untersucht, Abb. 1 bis 4. Beim Entwurf der Düse 1, Abb. 1 und 2, wurde folgendes berücksichtigt: Da Andres (Forschungsheft 76) nachgewiesen hat, daß die gerade kegelige Düsenform mit 8 bis 9° Öffnungswinkel für die Umsetzung von Geschwindigkeit in Druck am günstigsten ist und jede plötzliche Erweiterung auch am Ende der Düse den Wirkungsgrad vermindert, wurde die Kegelform mit nahezu gleich großem Öffnungswinkel (10°) gewählt. Aus den Versuchen mit Düse 1 ergab sich, daß die Hauptverluste

Abb. 5. Verteiler.

durch Strahlablösung und die hierdurch bedingte Wirbelung hervorgerufen werden.

Die zweite Düse, Abb. 3 und 4, wurde daher schlanker gehalten. Ihr Öffnungswinkel betrug nur 5° gegen 10° bei Düse 1. Um die bei Düse 1 benutzte Versuchseinrichtung auch für Düse 2 verwenden zu können, mußte wohl oder übel Düse 2 in ihrem letzten Teil stärker erweitert werden. Riffart hat den Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{\text{ideale Erhöhung des statischen Druckes}}{\text{wirkliche Erhöhung des statischen Druckes}}$$

bestimmt und kommt zu dem Ergebnis, daß bei Düse 2 η im allgemeinen etwa 3 vH kleiner ist als bei Düse 1, daß aber im Anfang der anschließenden zylindrischen Rohrleitung der Wirkungsgrad bei Düse 2 mit 87,5 vH um etwa 3 vH größer war als bei Düse 1, wenn Düse 2 mit 5° Öffnungswinkel bis auf 100 mm Dmr. verlängert wurde.

Allerdings weist Riffart darauf hin, daß bei Wiederholung der Versuche Abweichungen von 2 bis 3 vH trotz sorgfältigster Beobachtung die Regel waren. Man wird daher das praktische Ergebnis der Versuche dahin zusammenfassen, daß Düsen von der in Abb. 1 bis 4 [illegible] kennzeichneten Form im Endquerschnitt etwa einen Wirkungsgrad [illegible] 84 vH haben.

Weitere Versuche ergaben, daß der Wirkungsgrad bei Drossel[illegible] der Ausströmleitung steigt. Eingebaute Verteiler (Strahlrichter, Dr[illegible] erzeuger), Abb. 5, brachten keinen Nutzen. [M 393] W.[illegible]

[1]) herausgegeben vom Verein deutscher Ingenieure.

Schweißen von gerissenen Großgasmaschinen-Zylindern.

Von den Betriebsingenieuren H. Voigt und Dipl.-Ing. E. Pso[tta] wird uns mitgeteilt, daß es auf dem Neunkircher Eisenwerk A.-G. vo[rm.] Gebr. Stumm zu Neunkirchen a. d. Saar nach langen Versuchen [u]nd anfänglichen Mißerfolgen gelungen ist, einen Großgasmaschinen-Zylin[de]r von 1150 Dmr., der wegen eines Wasser durchlassenden Risses [v]on etwa 750 mm Länge (von Mitte Einlaßzwiebel bis in die Lauffläche h[in]einreichend) unbrauchbar geworden war, mittels der Lichtbogenschw[ei]ßung auszubessern. Geschweißt wurde nach dem Slavianoffschen V[er]fahren mittels präparierter Elektrode. Bemerkenswert und besonde[r]s erschwerend war, daß der fragliche Riß schon vorher während zwei Jahre wiederholt nach der alten Art (Ineinanderbohren von Kupferstifte[n] bis zu 20 mm Dmr.) abgedichtet und damit eine Betriebsmöglichkeit v[on] verhältnismäßig kurzer Dauer herbeigeführt worden ist. Bei einer Wa[nd]dicke von 80 mm war der Riß durch die Einbohrungen für die Kupf[er]stifte bis zu 50 mm Tiefe erweitert, so daß durch die elektrische Schw[ei]ßung ein Dreieckquerschnitt von etwa 20 bis 30 cm² auszufüllen w[ar].

Abb. 6. Ausgeführte Zylinderschweißung.

Nach den früher vorgenommenen Versuchen ist eine metallis[che] Verbindung der Schweißfüllung mit dem Gußeisen des Zylinders ni[cht] ohne weiteres möglich, auch wenn beiderseits der Rißstelle zur Unt[er]stützung Eisenstifte eingeschraubt werden. Es hat sich vielmehr gezei[gt], daß der Grund des Risses in der vorgearbeiteten Stelle durch eine so[rg]fältigst vorzunehmende mechanische Dichtung, die mitverschweißt wi[rd], wasserundurchlässig gemacht werden muß. Die Art dieses Verfahre[ns] ist jedoch von Fall zu Fall und nach Lage des Risses verschied[en]. Abb. 6 zeigt den Querschnitt einer ausgeführten Zylinderschweißun[g], wobei a die mechanische mitverschweißte Dichtung bedeutet; b si[nd] Gewindebolzen mit rd. 40 mm Teilung.

Nachlässigkeiten bei den Vorarbeiten, die ein noch so geringes U[n]dichtsein vor der eigentlichen Schweißung zur Folge haben, könn[en] durch die Schweißung nach den Erfahrungen von Voigt und Psotta nic[ht] mehr beseitigt werden. Daraus geht hervor, daß für vorliegende Fä[lle] dem elektrischen Schweißen nur eine Bedeutung zweiten Grades z[u]kommt, indem die aufgetragene Schweißnaht in der Hauptsache d[ie] Stelle einer möglichst spielfrei aufgelegten Lasche einnimmt, die sich [im] wesentlichen an die im Grunde angebrachte eiserne Dichtung und an d[ie] beiderseits der Rißstelle eingeschraubten Eisenstifte anklammert. A[n]gewärmt konnte das Arbeitsstück nicht werden, es mußte vielmehr je[de] durch das Schweißen entstehende Temperaturerhöhung vermieden w[er]den. Der so instandgesetzte Zylinder ist seit dem 21. Dezember 19[illegible] wieder im Betrieb. Trotz mehrmaligen Abstellens bis zu 24 h üb[er] Sonn- und Feiertage, wobei doch wesentliche Wärmespannungen a[uf]getreten sind, ist bis heute die Schweißstelle unverändert geblieb[en]. [1705]

Schiffs- und Seewesen.

Mechanischer Antrieb der Deckwinden a[uf] einem Motorschiff.

Durch Einführung der Motorschiffe gewann die Frage des Antrieb[s] der Ladewinden an Bedeutung. Man hat vor allem den elektrisch[en] Antrieb ausgebildet, wobei gewisse zu Anfang auftretende Schwieri[g]keiten von den führenden deutschen Firmen mit Erfolg überwund[en] worden sind (s. Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 19[illegible] S. 91). Gegen die elektrischen Anlagen wird ihr hoher Preis im Ve[r]gleich zum Dampfbetrieb angeführt. Eine neue Antriebart ist auf de[m] niederländischen Motorschiff „Rhea“ von der Werkspoor Co. eingeba[ut] worden. Auf diesem Motorschiff von 84,5 m Länge über alles, 11,9

…e, 5,5 m Raumtiefe, 3540 t Verdrängung und 2300 t Ladefähigkeit …i neun Ladewinden vorhanden. Sie und die Ankerwinde werden …h eine an Stelle der Dampfrohrleitungen an Deck verlegte Wellen…ng angetrieben. Der Wellenstrang führt über das ganze Deck in … Längsrichtung des Schiffes und ist mit den erforderlichen Aus…ungsstücken versehen. An den Stellen, wo sich die Winden …öhnlich paarweise befinden, zweigt eine Querwelle ab, die die Win… über eine Reibkupplung antreiben. — Bei der Ankerwinde ist diese …plung ausnahmsweise an die in Längsrichtung des Schiffes verlegte …ptwellenleitung angeschlossen. Ein mit den Reibkupplungen ver…ienes Wendegetriebe gestattet beim Senken der Last gewisse Lei…gsbeträge zurückzugewinnen. Die Last kann auch in der gebräuch…n Weise mit Fußbremse gesenkt werden. Zum Antrieb der Anlage … der „Rhea" dient eine Gleichstrom-Dampfmaschine, die im Ma…nenraum aufgestellt ist und 220 Uml./min macht. Sie erhält den …pf aus zwei Donkey-Kesseln, die entweder mit den Auspuffgasen … Hauptmotors oder mit Ölbrennern geheizt werden. Die Auspuff… genügen auf See, um den zum Antrieb des Dampfsteuerapparates …rderlichen Dampf zu beschaffen, für den Hafenbetrieb sind jedoch … Ölbrenner erforderlich. Für spätere Ausführungen ist ein Hilfs…selmotor zum Antrieb der Wellenleitung an Deck vorgesehen. …ne Engineer" 16. März 1923) [M 376] W. S.

Großes Motorschiff mit Flettner-Ruder.

Anfang April 1923 wurde das auf der Deutschen Werft für die …burg-Amerika-Linie gebaute Motorschiff „Odenwald" von 8800 t …gfähigkeit nach zufriedenstellender Probefahrt von der Reederei …rnommen und verließ am 8. April den Hamburger Hafen zu seiner ersten Ausreise. Das Schiff hat 124,4 m Länge, 16,5 m Breite und 11,67 m Seitenhöhe. Es wird durch zwei Dieselmaschinen von zusammen 3100 PS_i Leistung angetrieben, wobei es 11 Kn. Geschwindigkeit erreicht. Bemerkenswert ist die Ausrüstung des Schiffes mit dem nach Patenten von Flettner zum Steuern ausgeführten Ruder, Abb. 7[1]). Bei dieser Bauart ist die zum Steuern aufgewendete Leistung so gering, daß eine elektrisch oder durch Dampf betriebene Rudermaschine nicht erforderlich ist; das Ruder kann vielmehr auch bei großen Schiffen durch ein Handrad leicht bewegt werden, wobei jedoch nur die Fläche *a* gedreht wird, während die Fläche *b* sich durch die von *a* erzeugte Strömung einstellt. [1735] W. S.

Abb. 7. Flettner-Ruder am Motorschiff „Odenwald".

Elektrotechnik.

Gefährdung des blanken Mittelleiters von Gleichstrom-Dreileiteranlagen.

Die Kommission für Erdstrom des Verbandes Deutscher Elektro…hniker hat auf Grund einer Rundfrage Leitsätze betreffend Gefähr…g des blanken Mittelleiters von Gleichstrom-Dreileiteranlagen durch …fressung aufgestellt[2]), die der Jahresversammlung zur Annahme vor…egt werden sollen. Hieraus seien folgende Sätze hervorgehoben:

Gefährdet ist der blank in die Erde gelegte Nulleiter durch un…ttelbaren chemischen Angriff, durch Elementebildung, durch Eigen…d Fremdströme. Angriffsfähigen Boden stellen insbesondere Schutt, …hlenschlacken, durchseuchter Boden in der Nähe undichter Aborte, …lfate, Ätzkalke, frischer Zement, Moorboden dar. Gefährdete Stellen …d Einführungen durch feuchte Mauern, bei vorhandenen Gleichstrom…nen mit Stromrückleitung durch die Schienen große Annäherung an … Gleise im Anfressungsgebiet.

Am widerstandfähigsten haben sich verzinnte Kupferleiter erwiesen; …rbleien kann in manchen Fällen Vorteile bringen. Reine Metalle sind …ierten vorzuziehen. Aluminiumdrähte, Zinkdrähte, Eisendrähte, auch …rbleit, haben sich nicht so bewährt wie reine Kupferdrähte. Der Gesamt…erschnitt soll möglichst nicht unter 16 mm² gewählt werden. Seile …t dünnen Einzelleitern sind mehr gefährdet als solche aus starken …ähten.

An besonders gefährlichen Stellen ist Isolierung des Nulleiters zu …mpfehlen, falls nicht Kabel vorgezogen werden. Lose Berührung des …ttelleiters mit den Außenleiterkabeln sowie bei einer elektrischen …hn auch lose Berührung mit Gas- und Wasserleitungen ist zu vermeiden. Durch Verbindung des blanken Mittelleiters mit den Bleimänteln der Außenleiterkabel kann ein gefährdender Stromausgleich zwischen Nulleiter und Kabelbewehrung durch den Erdboden als Elektrolyten (bei Kabelfehlern) vermieden werden, dafür wird die Gefährdung des Bleimantels erhöht. Die Belastung zwischen Nulleiter und den Außenleitern soll gut ausgeglichen sein, damit Ströme im Nulleiter vermieden werden, die dauernd in gleicher Richtung fließen. Falls der Mittelleiter nicht mit den Bleimänteln der Außenleiter elektrisch leitend verbunden ist, ist von diesen ein Abstand von mindestens 10 cm zu halten. Der geringste Abstand des Mittelleiters von stromführenden Gleisen soll 1 m betragen. Bei Kreuzungen mit den Gleisen ist der Mittelleiter zweckmäßig zu isolieren, durch Isolierschichten oder Abdeckungen zu trennen. Gegen Schäden durch Streuströme schützen Erdungen nur, wenn durch sie die Spannungen zwischen den Gleisen und Mittelleiter wesentlich herabgedrückt werden.

Absaugen eingedrungener Fremdströme durch Zinkplatten oder besondere Saugdynamos ist in den meisten Fällen unwirtschaftlich. Unmittelbares Verbinden des Mittelleiters mit den Gleisen oder dem negativen Pol des Stromerzeugers vermehrt die Stärke des Fremdstromes im Mittelleiter, wodurch anderweitige Gefährdungen entstehen könnten. Das Eindringen von Fremdströmen in den Mittelleiter wird verstärkt, wenn er an verschiedenen Stellen mit den Gleisen verbunden wird. Die Spannungsschwankungen in den Gleisen können so in unzulässiger Weise auf das Lichtnetz übertragen werden. [M 404]

[1]) s. Z. 1922 S. 976 und 1048.
[2]) ETZ 12. April 1923.

Elektrizitätswerke in Chile.

Die meisten chilenischen Elektrizitätswerke befinden sich in den Händen der Compañia Chilena de Electricidad in Santiago, die auch über ein ausgedehntes Hochspannungsnetz verfügt. Die Stadt Santiago wird von einem 50 km entfernt am Colorado liegenden Wasserkraftwerk von 34 000 PS und einem weiteren von 20 000 PS in Florida bei Santiago sowie einigen in der Stadt selbst gelegenen Dampfkraftwerken von 25 000 PS Leistung versorgt. Da aber diese 80 000 PS den wachsenden Bedarf der Stadt nicht mehr zu decken vermögen, sind neue große Werke in Bau genommen, die zugleich auch Strom für den geplanten elektrischen Betrieb der Staatsbahnen liefern sollen.

Das bedeutendste industrielle Kraftwerk ist das der Chile Exploration Co. in Tocopilla und Chuquicamata, das mit Zoelly-Dampfturbinen 100 000 PS erzeugt. Der Strom wird durch eine 100 000 V-Fernleitung über Gelände mit Hochgebirgscharakter weitergeleitet. Der elektrische Teil der Anlage stammt von den Siemens-Schuckert Werken. Ein Wasserkraftwerk von 35 000 PS besitzt die Braden Copper Cie. („Die Wasserkraft" 1. März 1923) [M 397] Sd.

Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers.

Die von Gildemeister über den elektrischen Widerstand des menschlichen Körpers angestellten Versuche[3]) haben F. Wenner, Jas. S. Martin und N. Forman fortgesetzt[4]). Sie benutzten vier Elektroden: zwei zur Stromzuführung und zwei zur Messung des zwischen ihnen bestehenden Spannungsunterschiedes nach einem Kompensationsverfahren, wobei der Meßkreis stromlos bleibt. Eine Meßreihe wurde derart durchgeführt, daß die linke Hand und der linke Fuß zur Stromzuführung dienten und die Spannungen zwischen der rechten Hand und dem rechten Fuß bestimmt wurden. Für die Versuche diente Wechselstrom von 20 bis 100 Per./s. Der gemessene Widerstand war stets der gleiche, er lag je nach der Person zwischen 25 und 30 Ω. Geringe Abweichungen wurden durch Änderung der Körperlage, Muskelanspannung und -erschlaffung hervorgerufen. (ETZ 29. März 1923) [M 402] Sd.

Materialkunde.

Fortschritte in der Verwendung von Stellit.

Im „Maschinenbau" vom 28. Februar 1923 sind einige Mitteilungen über die Verwendung von Stellit erschienen, die offenbar Zeugnis von der fortschreitenden Verwendung dieser Legierung für Werkzeugstähle ablegen. Wie H. Werner in einem Aufsatz über eine Drehbank zum Schneiden von Stellit mitteilt, ist in der Legierung, die etwa aus 35 bis 55 vH Kobalt, 25 bis 35 vH Chrom, 8 bis 12 vH Wolfram und kleinen Beimengungen von Mangan, Silizium und Kohlenstoff besteht[5]), dem Schnelldrehstahl ein gefährlicher Wettbewerber entstanden. Die mit diesem neuen Schneidmittel erreichbaren hohen Schnittgeschwindigkeiten können allerdings bei den gegenwärtig bekannten Schnelldrehbänken, und mögen sie noch so kräftig gebaut worden sein, im Dauerbetrieb nicht ausgenutzt werden, sondern nur bei Maschinen, die nach besonderen Gesichtspunkten gebaut sind und erhebliche Kräfte aufnehmen können.

Der Verfasser beschreibt eine besondere von H. Wohlenberg, Hannover, gebaute Schnelldrehbank zum Schneiden mit Stellit, in die 20 PS geleitet werden können, auch wenn der Riemen auf der kleinsten Scheibe des Spindelstockes liegt. Die Spindel macht bei der höchsten Geschwindigkeit 856 Uml./min, läuft also so schnell wie etwa die Ankerwelle eines Elektromotors. Sehr wesentlich ist bei ihr die Naßdrehvorrichtung, weil sich die Werkzeugschneide beim Trockendrehen sehr schnell erhitzt und dann bald unbrauchbar wird. Trotz reichlicher Kühlung ist die Schneide bei verschiedenen Versuchen rotglühend ge-

[3]) Physical Review 1919, S. 463.
[4]) Ebenda 1921 S. 141.
[5]) Nach einer von diesen Angaben etwas abweichenden Mitteilung der Zeitschrift für Metallkunde 1921 S. 435 besteht Stellit aus 50 vH Kobalt, 18 vH Molybdän, 19,5 vH Chrom, 9,7 vH Wolfram und 1,5 vH Kohlenstoff.

worden, ohne jedoch an Schneidfähigkeit zu verlieren. Auch bei der Bearbeitung von Gußstücken hat man entgegen dem allgemein üblichen Brauch Kühlwasser verwendet und damit eine weit höhere Leistung als beim Trockendrehen erreicht.

Den in eisernen Gießformen gegossenen Werkzeugen können die erforderlichen Schneidflächen nur durch Schleifen gegeben werden. Sie sind sehr spröde, brechen leicht und müssen daher in besonderen Haltern befestigt werden, so daß der Druck der Spannschraube nicht auf eine Stelle des Werkzeuges wirkt. Auch ist darauf zu achten, daß die äußere Fläche beim Anschleifen der Schneidkante möglichst wenig angegriffen wird, weil sie am härtesten ist. Der Werkstoff im Innern des Querschnittes ist weicher und nicht so widerstandfähig. Werkstücke, die mit sehr hoher Schnittgeschwindigkeit und kleinem Vorschub sauber geschlichtet werden sollen, sind für Stellit besonders geeignet. Bei Massenanfertigung dieser Art läßt sich auf der von Werner beschriebenen Maschine die Leistung bequem auf das Dreifache der mit Schnelldrehstahl erreichbaren steigern.

In demselben Heft des „Maschinenbau" berichtet Märkle über Versuche (Dauerversuche) mit Stellitwerkzeugen. Er teilt mit, daß sich Stellit außer für Drehstähle, Bohrer und Doppelmesser mit ein- und aufgeschweißten Hartmetallplättchen besonders in Fräsern und Messerköpfen mit eingesetzten Stellit-Sparmessern bewährt. Wenn die Hartmetalle gegenüber den bisherigen Schnellstahlwerkzeugen um das 10- bis 20fache teurer sind, so werden nach Märkle doch Steigerungen der Erzeugung um 25 bis 600 vH erreicht. Damit die Werkzeuge nicht allzu teuer werden, bedient man sich zweckmäßig der erwähnten Sparwerkzeuge. Während man die üblichen Schnellstahlfräser deshalb nicht genügend ausnutzen kann, weil der Schnellstahl nach verhältnismäßig kurzer Arbeitsdauer rasch ausglüht oder verbrennt, beruht die Überlegenheit des Stellitfräsers darauf, daß er bei der Erwärmung bis zur Rotgluthitze an Zähigkeit gewinnt. [M 391]

Normung.

Normung der Werkzeugbefestigung an Fräsmaschinen.

Im Anschluß an den Bericht über die Arbeiten des NDI in der Chronik 1922[1]) sei im folgenden über einen Normungsvorschlag berichtet, dessen Verwirklichung Deutschland nicht hoch genug einzuschätzende Vorteile sichern würde. Der Normenausschuß des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken beschäftigt sich seit ungefähr 1½ Jahren mit der Aufgabe, die Befestigungskegel für die Fräsmaschinen aller Fabrikate und die dazugehörige Befestigung der Fräserdorne und Messerköpfe zu normen. Die umfassenden Vorarbeiten haben sich jetzt zu einem endgültigen Vorschlage verdichtet, der dem NDI als Material übergeben worden ist.

Gerade in bezug auf die Konstruktionen und Maße für die Befestigung der Fräserdorne und Messerköpfe herrscht bei Verbrauchern wie bei Erzeugern eine Willkür, die infolge der Unmöglichkeit, diese kostspieligen Werkzeuge austauschbar zu machen, ungeheure unnötige Aufwendungen verursacht und hemmend in die Betriebführung eingreift. Diesem Zustand sollen die genannten Vorschläge ein Ende machen; sie sind unter Berücksichtigung der Erfahrungen fast aller Fräsmaschinen fabrizierenden Firmen Deutschlands zustande gekommen und beruhen auf folgenden Grundsätzen:

Abb. 8 und 9. Normal-Spindelköpfe.
Außenkegel: Auf 100 mm Länge 30 mm Durchmessersteigerung.

Zahlentafel 1. Abmessungen der Normalspindelköpfe.

Spindel-Kegel Nr.	a	b	c	d	e	f	g	h
Morse 3	23,83	83,2	65	32	2	24,2	40	12
Morse 4	31,27	105,7	76	40	2	32,2	46	15
Morse 5	44,4	134,5	100	50	2	40,2	63	18
metr. 50*)	50	145	128	60	3	50,3	84	22
Morse 6	63,35	187,1	160	70	3	70,3	105	25
metr. 80	80	200	196	80	4	80,3	124	28
metr. 100	100	237	240	100	4	100,4	150	30

*) Nur in Ausnahmefällen zu verwenden.

Konstruktion. Für die Mitnahme der Fräserdorne ist [...] der Stirnseite des Spindelkopfes eine viereckige geschlossene A[...]fräsung vorgesehen, Abb. 8 und 9 sowie Zahlentafel 1. In diese A[...]fräsung greift eine entsprechende am Fräserdorn befindliche rechteck[...] Mitnahme. Der Fräserdorn wird wie gewöhnlich durch eine Anz[...]schraube angezogen.

Die gleiche Einrichtung dient zur Befestigung der Messerköpfe. [...] werden dicht am Spindelkopf auf einen am Außendurchmesser [...] Arbeitspindel befindlichen kurzen Kegel mit 30 : 100 Durchmes[...]steigerung aufgesetzt und durch einen Mitnehmerbolzen mitgen[...]men, der mit einem Vierkant in die eben erwähnte viereck[...] Ausfräsung an der Spindel, außerdem in eine ähnliche A[...]fräsung am Messerkopf eingreift, Abb. 10 und 11 sowie Zahl[...]tafel 2. Diese außerordentlich haltbare Befestigung des Messerkop[...] dicht an der Lagerstelle der Spindel gestattet besonders hohe Leistun[...] des Werkzeuges und stellt außerdem eine einfache, keinerlei Spez[...]

Abb. 10 und 11. Normale Mitnehmerbolzen für Messerköpfe.

Zahlentafel 2. Abmessungen der normalen Mitnehmerbolzen.

Spindel-Kegel Nr.	a_1	b_1	f	g	h_1	i	k	l	m	[...] Gän[...] auf
Morse 3	19	77	24,2	40	12	8	70	32	1/2"	12
Morse 4	26	103	32,2	46	15	10	82	42	5/8"	11
Morse 5	37	132	40,2	63	18	12	105	58	3/4"	10
metr. 50*)	43	144	50,3	84	22	15	133	62	3/4"	10
Morse 6	53	185	70,3	105	25	15	165	70	1"	8
metr. 80	68	195	80.3	124	28	18	200	78	1 3/8"	6
metr. 100	85	230	100,4	150	30	20	245	92	1 3/8"	6

*) Nur in Ausnahmefällen zu verwenden.

dorne erfordernde Aufspannmöglichkeit dar. Als Vorbild für diese Ko[...]struktion diente die vom Verein Schweizer Maschinen-Industrieller [...] geschlossene gleiche Normung; übrigens hat sich auch bei einigen de[...]schen Fräsmaschinenfabriken — den Mammutwerken, Nürnberg, J. [...] Reinecker, Chemnitz — diese Ausführung bewährt.

Spindelkegel. Heißumstritten war die Frage der W[...] der Innenkegel. Es war bisher üblich, die Kegel der Fräserdorne m[...]lichst lang und schlank zu machen, weil man der Meinung war, d[...] die Mitnahme umso besser erfolge, je größer die Reibung im Kegel [...]macht würde. Versuche in der Technischen Hochschule Charlotte[...]burg und im Versuchsfeld von Ludw. Loewe & Co. A.-G. haben die Annahme als irrig erwiesen; der Kegel zentriert nur, während d[...] Fräserdorn durch die oben erwähnte viereckige Ausfräsung mitgeno[...]men wird.

Diese Feststellung gestattete, für die Befestigung der Fräserdor[...] diejenigen Werkzeugkegel zugrunde zu legen, die als Befestigungskeg[...] bereits vom NDI im Dinormblatt 228[2]) genormt sind. Es sind dies [...] Morsekegel 1, 2, 3, 4, 5 und 6 und darüber hinaus die metrischen Keg[...] 80, 100 und 120. Das Unangenehme an dieser Reihe war, daß ihr [...] systematische Abstufung fehlte. Dadurch wurden natürlich die Lage[...]durchmesser und weiter die Spindelkonstruktionen ungünstig [...]einflußt. Besonders auffällig ist der Sprung zwischen den Mors[...]kegeln 5 und 6. Hier ist ein Zugeständnis auf die vielen Einsprüc[...]hin gemacht worden und durch etwaige Benutzung des metrisch[...] Kegels 50 die Möglichkeit gegeben, die Lücke zu füllen.

Bemerkt sei noch, daß der Außenkegel für die Aufnahme der Messe[...]köpfe mit einer ebenfalls genormten Schutzkappe versehen ist für d[...] Fall, daß die Maschine ohne Messerkopf arbeitet. Über die Einzelheit[...] der Normung gibt meine ausführliche Abhandlung: „Die Normung d[...] Werkzeugbefestigung an Fräsmaschinen" in „Werkstattstechnik" vo[...] 1. Januar 1923 Aufschluß.

Die Durchführung dieser Normung stellt an die Uneigennützigk[...] der Fräsmaschinen bauenden Fabriken große Ansprüche; bezieht si[...] die Normung doch nicht nur auf ein Konstruktionselement, sonde[...] auf eine vollständige Konstruktion und kann als solche nicht al[...] Sonderwünsche befriedigen, die an sie gestellt werden. Die mit i[...] verbundenen Vorteile sind aber so gewaltig, daß unbedingt Opfer g[...]bracht werden müssen, die schließlich der Industrie wieder zugut[...] kommen. Deutschland wäre dann das erste große Industrieland, de[...] es gelungen wäre, eine derartig umfangreiche Vereinheitlichung in bezu[...] auf die Werkzeugbefestigung und -gestaltung durchzuführen. [1707]

Berlin. K. Hegner.

[1]) s. Z. 1923 S. 111

[2]) Zu beziehen vom Normenausschuß der Deutschen Industrie, Berlin NW Sommerstr. 4a.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Die englische Eisen- und Stahlindustrie seit 1922[1]).

Zu Beginn des Jahres 1922 hatte die englische Eisen- und Stahl-
strie noch stark unter den Folgen des Jahres 1921 zu leiden, in
a bekanntlich der dreimonatige Bergarbeiterausstand und der damit
undene allgemeine wirtschaftliche Niedergang fiel. Im Herbst setzte
leichte und auch anhaltende Besserung ein, die zwar nicht Ver-
isse herbeiführte, wie sie 1913 bestanden haben, die aber doch
, daß man auch heute noch in England alle Wirtschaftsfragen an
rechten Stelle anpackt, unbekümmert um innen- oder außenpolitische
änge. Als es galt, dem scharfen Wettbewerb zu begegnen, der
englischen Industrie von seiten Frankreichs und Belgiens gemacht
le, ging man kurzer Hand dazu über, die einzelnen Betriebe, soweit
noch nicht geschehen war, zu modernisieren und mit den neuesten
nischen Anlagen auszustatten; gleichzeitig wurden die Löhne er-
ch herabgesetzt. Die Folge war u. a. eine beträchtliche Zunahme
in Betrieb gesetzten Hochöfen. Während im Januar nur 85 Hoch-
arbeiteten (gegenüber 300 Anfang 1921!), stieg diese Zahl im Juli
117, im Dezember auf 160 und im Januar 1923 auf 183[2]). Die Zahl
Arbeitslosen nahm bemerkenswert ab. Ende 1921 waren in der
n- und Stahlindustrie noch 36,7 vH Personen arbeitslos, Ende 1922
ug diese Zahl nur noch 22,1 vH. Die Zahl der Kurzarbeiter fiel in
selben Zeitraum von 4,5 vH auf 1,5 vH.

Die Entwicklung der Erzeugung von Roheisen, Stahlblöcken und
waren gestaltete sich in den einzelnen Monaten folgendermaßen:

1922	Roheisen t (= 1016 kg)	Stahlblöcke und Gußwaren t (= 1016 kg)
Januar	288 000	327 500
Februar	300 100	418 800
März	389 800	549 400
April	394 300	404 200
Mai	407 900	462 300
Juni	369 200	400 200
Juli	399 100	473 100
August	411 700	528 400
September	430 300	555 900
Oktober	481 500	565 200
November	493 900	600 800
Dezember	533 700	546 100
1922	4 899 500	5 831 900
1923 Januar	568 000	634 200

Die Höhe der Roheisenerzeugung im Jahre 1922 ist — abgesehen von
Ergebnis des Jahres 1921, das mit 2 616 300 t infolge der bekannten
hältnisse kaum zum Vergleich heranzuziehen ist — die niedrigste seit
Jahre 1867 und beträgt noch nicht die Hälfte der Roheisenerzeu-
g des Jahres 1913 mit 10 260 000 t. Wesentlich günstiger steht die
lindustrie da, die mit ihrem Ergebnis bereits 77 vH der im Jahre 1913
ichten Menge von 7 663 900 t erzielt hat. Jedoch muß man berück-
tigen, daß die Stahlindustrie in England während des Krieges einen
blichen Ausbau erfahren hat.

Trotz der oben erwähnten Maßnahmen konnte die englische Eisen-
Stahlindustrie ihre Preise den von den übrigen Eisen erzeugenden
dern verlangten Sätzen nur in gewissem Umfang anpassen. Die
chschnittspreise betrugen in £ für:

	Roheisen Dezember 1921	Roheisen Dezember 1922	Stahlplatten Dezember 1921	Stahlplatten Dezember 1922
gland	100	91	210	185
einigte Staaten	101	128	160	191
nkreich	81	75	270	203
gien	88	89	195	143
utschland	83	87	144	182

Wenn gleichwohl die Ausfuhr an Roheisen, soweit die Anzahl der
geführten Tonnen in Frage kommt, die der übrigen Eisen ausführen-
Länder übersteigt, so hat das seinen Grund in der Lage des Welt-
enmarktes im Jahre 1922: Die Vereinigten Staaten mußten infolge
Kohlenarbeiterausstandes ihren Bedarf an Roheisen in erhöhtem
ß in Europa decken. Frankreich und Belgien konnten diese Nach-
ge (trotz der billigen Reparationskohle!) nicht befriedigen, da bei
en der einheimische Bedarf selbst groß genug war. Die deutsche
enbilanz ist passiv geworden, Amerika mußte sich deshalb in erster
ie an England wenden. Neben den Vereinigten Staaten sind noch
lgien, Italien, Deutschland und Frankreich Abnehmer großer englischer
heisenmengen gewesen. Folgende Tafel gibt einen Überblick über
Entwicklung der Roheisenausfuhr in den letzten drei Jahren.

Land	1920 t	1921 t	1922 t
Vereinigte Staaten	72 558	13 155	378 318
Belgien	181 191	37 094	90 655
Italien	80 562	16 644	67 447
Deutschland	24 448	3 464	54 974
Frankreich	59 316	19 201	51 853
Schweden	19 219	1 562	15 558
Niederlande	31 178	5 015	11 282
Japan	26 574	3 196	7 528
Britisch-Ostindien	14 241	10 809	18 442
Australien	1 127	1 248	8 441
Kanada	3 689	1 128	31 557
andere Länder	65 280	23 170	57 861
Schmiede- und Gußeisen	265 600	51 727	400 481
Eisen (sauer)	187 702	50 670	242 330
basisches Eisen	8 873	817	8 401
Eisenlegierungen einschl. Spiegeleisen und Ferromangan	117 334	32 472	142 704
zusammen	579 509	135 686	793 916

Im Jahre 1923 ist mit einer weiteren Zunahme der Ausfuhr von
Roheisen zu rechnen. Die Ruhrbesetzung wird auf dem englischen
Eisen- und Stahlmarkt eine ganz beträchtliche Erhöhung der Nachfrage
hervorrufen. Wie sich auch die Verhältnisse im Ruhrgebiet entwickeln
mögen, weder Deutschland noch Frankreich werden in der ersten Zeit
Eisen ausführen können. Die Vereinigten Staaten werden ebenfalls in
den ersten Monaten dieses Jahres noch als starker Käufer auftreten.
Daß hiermit den Interessen der englischen Verbraucher nicht gedient
ist, erkennt man auch in England immer mehr, abgesehen davon, daß
man sich vor der unausbleiblichen Reaktion auf die Hochkonjunktur
fürchtet. Hier wie überall im Wirtschaftsleben gewährleistet nur eine
langsame, stetige Entwicklung den Fortschritt. [W 197]

[1]) Auszug aus „Deutschland und die weltwirtschaftliche Lage", Sammel-
ppe des Auswärtigen Amtes Blatt 303/IV, Februar 1923.
[2]) „Stahl und Eisen" 1923 S. 417.

Die Eisenbahnen Polens.

Polen hat ein Eisenbahnnetz von 15 683 km Länge, wovon 6081 km
zweigleisig sind. Am wenigsten dicht ist das Netz in der gewerbe-
reichen Mitte des Landes, in der Gegend von Lodz und Dombrowa; des-
halb hat man schon im Jahre 1919 den Neubau einer Anzahl von Strecken
beschlossen, von denen die Verbindung Kutno-Strzalkow sich der
Vollendung nähert. Ein Umbau der Bahnanlagen von Warschau ist
dringlich. Geplant wird ferner der viergleisige Ausbau der Strecke
Lemberg-Danzig und der Bau einer Eisenbahn in russischer Spur von
Warschau bis an die Grenze von Rußland, die neben der bestehenden
Vollspurbahn herlaufen soll. Man hat also große Pläne, Mittel zu ihrer
Durchführung sind aber sicher nicht vorhanden.

Die Verwaltung der polnischen Eisenbahnen leidet darunter, daß
das Netz aus einzelnen Teilen zusammengesetzt ist, die in verschiedener
Weise verwaltet wurden; es ist bis jetzt noch nicht gelungen, eine Ein-
heitlichkeit in dieser Beziehung herbeizuführen, und die acht Bezirks-
direktionen arbeiten im wesentlichen noch so, wie sie es getan haben,
als sie noch deutsch, österreichisch oder russisch waren. Nur in Wilna
wird nach Richtlinien gearbeitet, die vom polnischen Ministerium auf-
gestellt sind. Ein Ausschuß zur einheitlichen Regelung der Verwaltungs-
reform ist eingesetzt worden.

An Betriebsmitteln fehlt es den polnischen Eisenbahnen sehr. Das
Land selbst kann hier keinen Ersatz liefern, und so sind denn im Jahre
1920 265 Lokomotiven und 4750 Wagen, davon der größte Teil, z. B.
4700 30-t-Wagen, in Amerika, bestellt worden. In Polen selbst sind
78 000 Wagen und 1200 Lokomotiven bestellt, die in 10 bis 11 Jahren
geliefert werden sollen. Auch Lieferungen aus Deutschland auf Grund
des sogenannten Friedensvertrages stehen noch aus. Sowjet-Rußland
und die Ukraine haben sehr erhebliche Mengen Lokomotiven und Wagen
im Wert von über 13 Mill. Goldrubel an Polen ausgeliefert. Ende 1921
waren vorhanden: 4147 Lokomotiven, 85 826 Güter- und 8861 Personen-
wagen, eine Menge, die für den vorhandenen Verkehr bei weitem nicht
ausreicht. Die Zahl der Lokomotiven hat von 1919 zu 1920 um 33 vH,
die der Personenwagen um 71 und die der Güterwagen um 60 vH zu-
genommen; dagegen wurden von den Lokomotiven um 53 vH höhere
Leistungen verlangt, der Personenverkehr ist um 54, der Güterverkehr
um 93 vH gestiegen, und die Netzlänge hat um 98 vH zugenommen. Aus
diesen Zahlen allein geht die ungenügende Stärke des Betriebsmittel-
parks hervor.

Im Verkehr steht Kohle mit 24 vH der beförderten Gütermenge an
erster Stelle; dann folgt Heeresgut (!) mit 20 vH; Lebensmittel machen
8 vH aus. Die Einfuhr ist mit 90 vH, die Ausfuhr mit nur 2 vH am Ver-
kehr beteiligt. Die täglich bewegte Gütermenge betrug 1920 68 000 t
und ist Anfang 1921 auf 84 000 t gestiegen.

Die Beschaffung der Lokomotivkohle bereitet erhebliche Schwierig-
keiten. Vorräte sind nicht vorhanden. In den ersten acht Monaten des
Jahres 1921 sind z. B. statt 3,6 Mill. t, die erforderlich gewesen wären, nur
2,5 Mill. geliefert worden.

Am 1. Oktober 1920 waren die polnischen Eisenbahnen mit 170 000
Beamten und Arbeitern besetzt, wovon 34 vH auf den Streckendienst,
35 vH auf den Betriebsdienst, 29 vH auf die Zugförderung und 2 vH auf
andere Dienstzweige entfielen. Seitdem ist ein starker Abbau vor-

genommen worden. Bis Ende 1921 waren etwa 3000 Mann entlassen, 1922 sollten weitere 5000 bis 6000 folgen. Die Überzahl von Beamten und Arbeitern belastet die Eisenbahn schwer; es muß aber bei den Entlassungen mit einer gewissen Vorsicht vorgegangen werden, um für eine erwartete Hebung des Verkehrs gerüstet zu sein.

Die Tarife sind seit dem Kriege wiederholt erhöht worden, und diese Bewegung ist noch nicht abgeschlossen. Sie sind trotzdem im Verhältnis zur sonstigen Preissteigerung noch niedrig. So entfielen vom Preis für Kohlen aus Dombrowa in Warschau 1913 75 vH auf Fracht, während jetzt dieser Anteil nur 15 vH ausmacht.

Die wirtschaftlichen Verhältnisse der polnischen Eisenbahnen sind sehr ungünstig. Um die Belastung der Staatskasse durch die Eisenbahnen zu beseitigen, wird deren Übertragung an eine Privatgesellschaft erwogen. (Zeitschrift des Vereins Deutscher Eisenbahnverwaltungen 1923 Nr. 7) [W 195]

Die Entwicklung der deutschen Aktiengesellschaften.

Während am 31. Dezember 1913 die Zahl der bestehenden deutschen Aktiengesellschaften 5486 und ihr Kapital 17,4 Milliarden ℳ betrug, ist bis Ende 1921, trotz des Verlustes in den abgetretenen Gebieten, die Anzahl auf 6636 und ihr Kapital auf 49,4 Milliarden ℳ angewachsen. Zählt man zu diesem Bestand von 1921 die Zahl der Neugründungen und den Kapitalbetrag der Neugründungen und Kapitalerhöhungen des Jahres

Neugründungen und Kapitalerhöhungen von Akt.-Ges. 1913 bis 1922

Jahr	Zahl	Neugründungen Nennwert Mill. ℳ	Neugründungen Kurswert Mill. ℳ	Zahl	Kapitalerhöhungen Nennwert Mill. ℳ	Kapitalerhöhungen Kurswert Mill. ℳ
1913	175	216,8	219,0	319	418,5	504,9
1914	119	322,2	333,7	205	551,9	632,7
1915	58	58,0	58,0	93	256,5	269,3
1916	89	113,2	114,3	164	246,5	266,3
1917	111	268,4	279,1	282	716,4	791,0
1918	168	338,5	347,9	413	705,0	860,8
1919	226	585,0	586,9	317	1 069,9	1 126,8
1920	503	1 460,7	1 515,8	2008	7 808,7	9 311,9
1921	1132	4 230,8	4 339,8	2463	16 436,0	20 513,8
1922	3033	14 767,9	15 339,2	3747	39 958,1	62 628,2

1922 hinzu, so kommt man zu einer vorläufigen Bestandziffer für Ende 1922 von 9669 Aktiengesellschaften mit einem Nennkapital von 104,1 Milliarden ℳ. Somit hat sich die Anzahl der Gesellschaften seit Kriegsausbruch fast verdoppelt, ihr Nennkapital versechsfacht.

Auf die einzelnen Jahre verteilt sich diese Entwicklung wie folgt (Stand am Jahresende):

	Zahl	Mill. ℳ		Zahl	Mill. ℳ
1913	5486	17 356,9	1918	5609	19 743,3
1914	5505	17 836,8	1919	5345	20 284,4
1915	5504	18 023,0	1920	5657	29 026,8
1916	5529	18 283,7	1921	6636	49 351,6
1917	5553	18 902,2	1922	9669	104 077,6

Das Anwachsen der Zahl zeigt, daß die Gesellschaftsform der Aktiengesellschaft steigende Verwendung findet, eine Entwicklung, die durch die mit der Geldentwertung zusammenhängende allgemeine Vermögensminderung insofern gefördert wird, als eine Einzelperson nicht mehr in gleichem Grade wie früher über die zur Gründung und Fortführung des Unternehmens erforderlichen Mittel verfügt. In den letzten beiden Jahren gab auch die Börsentendenz einerseits, das Mittel der mehrstimmigen Vorzugsaktien anderseits den Anreiz, bestehende Privatunternehmungen in die Aktienform zu überführen, in der die Leitung den alten Inhabern belassen bleiben, ihr Vermögen aber mobilisiert werden kann und gleichzeitig die Möglichkeit, neues Betriebskapital aufzunehmen, erleichtert wird.

Anderseits ist die Steigerung des in den Aktiengesellschaften angelegten Kapitals von nominell 17,4 Milliarden ℳ auf 104,1 Milliarden ℳ hauptsächlich auf den „Verwässerungsprozeß" des Aktienkapitals durch Kapitalerhöhungen bestehender Gesellschaften zurückzuführen. Insbesondere sind in den beiden letzten Jahren fast alle Kapitalerhöhungen in der Weise durchgeführt worden, daß der Ausgabekurs der neuen Aktien in keiner Weise der Markentwertung angepaßt oder auch nur angenähert worden ist, so daß neben die „Goldmark"-Aktien reine „Papiermark"-Aktien traten und das alte Goldkapital (Sachkapital) sich nunmehr (ohne entsprechende Erweiterung zu finden) auf eine größere Anzahl von Aktien verteilte. Im Durchschnitt sämtlicher Kapitalerhöhungen belief sich der Ausgabekurs auf:

1909	116,52 vH	1916	108,03 vH
1910	122,37 „	1917	110,41 „
1911	125,57 „	1918	122,99 „
1912	125,11 „	1919	105,32 „
1913	120,65 „	1920	119,25 „
1914	114,62 „	1921	124,81 „
1915	104,99 „	1922	156,73 „

Erst im Jahre 1922 (vorläufige Ziffer) ist also eine größere Erhöhung des Ausgabekurses erfolgt, die aber in keinem Verhältnis zu der noch stärker gestiegenen Geldentwertung und dem erhöhten Börsenkursstand steht. Jedoch ist in den letzten Monaten des Jahres 1922 die Überhöhung des Ausgabekurses weit stärker gestiegen. Im Dezember beläuft er sich im Durchschnitt sämtlicher Kapitalerhöhungen auf 220,48 vH und ist damit erstmalig über 200 vH hinausgegangen. Veranlassung zu dieser Erhöhung des Ausgabekurses ist fast ausschließlich die Steigerung des Börsenkursstandes, die ein wertvolles Bezugsrecht auch bei Verdopplung des Ausgabekurses zuläßt. Dies zeigt sich noch deutlicher, wenn man den durchschnittlichen Ausgabekurs bei Stammaktien allein (ohne Vorzugsaktien) im Jahre 1922 betrachtet. Dieser belief sich im ersten Vierteljahr auf 134,9 vH, im zweiten Vierteljahr auf 149,6 vH, im dritten Vierteljahr auf 136,4 vH und im vierten Vierteljahr auf 192,6 vH.

Kapitalvermehrung einerseits, Steigerung des Börsenkursstandes anderseits haben dazu geführt, daß auch der Vermögenswert, den die Aktieninhaber in Händen haben, eine gewaltige nominelle Erhöhung erfahren hat. Die nachstehende Berechnung dieses Vermögenswertes geht von der Tatsache aus, daß der durchschnittliche Kursstand, wie er an Hand von 300 Stammaktien errechnet wird, wohl auf die in den amtlichen Börsenverkehr eingeführten Stammaktien zutrifft, nicht aber auf die Vorzugsaktien (die meist mit 100 vH bewertet werden) und auf die Aktien solcher Gesellschaften, die erst nach Kriegsausbruch gegründet sind, und deren Kapital mithin in Papiermark eingezahlt ist. Um nun zu einer Schätzungsziffer für den privatwirtschaftlichen Vermögenswert des deutschen Aktienkapitals zu gelangen, ist von dem Kapitalbestand der deutschen Aktiengesellschaften diejenige Kapitalvermehrung, die auf Neugründungen nach 1913 und auf Ausgabe von Vorzugsaktien in den Jahren 1921 und 1922 beruht, abgezogen. Während die letztere Summe mit 100 vH Kurswert eingesetzt ist, wird die Differenz mit dem durchschnittlichen Kursstand multipliziert. Auf diesem Wege ergeben sich folgende Schätzungsziffern (Milliarden ℳ):

Jahresende	Nennkapital	Vermögenswert Papiermark	Vermögenswert Goldmark[1]
1913	17,4	30,7	30,7
1917	18,9	41,2	20,4
1918	19,7	29,8	12,1
1919	20,3	42,2	5,3
1920	29,0	108,2	7,5
1921	49,4	344,3	9,9
1922	104,1	724,3	4,9

Die Steigerung des Vermögenswertes auf 724,3 Milliarden ℳ bleibt beträchtlich hinter der Geldentwertung zurück. An der inländischen Kaufkraft gemessen ist der Vermögenswert, den die Aktieninhaber bei dem jetzigen Kursstand der Aktien haben, auf weniger als 5 Milliarden ℳ zurückgegangen, d. h. auf den sechsten Teil des Vorkriegsvermögens.

Dieser Vermögensverlust, der die Aktieninhaber getroffen hat, ist um so bemerkenswerter, als das in den Aktiengesellschaften angelegte Goldkapital, trotz seiner Minderung durch Abnutzung und Minderausnutzung, einen gleich starken Rückgang nicht erfahren hat, und als der Kreis der Aktienbesitzer in der Zwischenzeit (durch Neugründungen und Kapitalerhöhungen) den Aktiengesellschaften neues Goldkapital zugeführt hat. Vom Standpunkt des Aktionärs aus errechnet sich das Goldkapital der gesamten Aktiengesellschaften aus dem Vermögenswerte des Jahres 1913 (= 30,7 Milliarden ℳ) zuzüglich der Summe von Neugründungen und Kapitalerhöhungen, deren Betrag nach Maßgabe der inneren Geldentwertung (Großhandelsindexziffer) auf Goldmark umgerechnet ist. Dieses Goldkapital beträgt in Millionen Goldmark

Ende 1913 . . .	30 721,7	Ende 1918 . . .	33 271,6
„ 1914 . . .	31 634,4	„ 1919 . . .	33 784,3
„ 1915 . . .	31 855,6	„ 1920 . . .	34 412,8
„ 1916 . . .	32 115,3	„ 1921 . . .	35 808,8
„ 1917 . . .	32 714,1	„ 1922 . . .	36 513,8

Während also von 1914 bis 1922 durch Neugründungen und Kapitalerhöhungen 5,8 Milliarden Goldmark neues Kapital von seiten der Aktionäre eingezahlt wurden, ist gleichwohl Ende 1922 der privatwirtschaftliche Vermögenswert des gesamten Aktienkapitals auf 4,9 Milliarden Goldmark gesunken. („Wirtschaft und Statistik" 1923 Nr. 7) [W 20

Wissenschaftliche Untersuchung geschäftlicher Fragen.

An einigen amerikanischen Universitäten sind besondere Bureaus für Geschäftsuntersuchungen eingerichtet worden, mit der Aufgabe, Auskünfte über typische Geschäftsverfahren und Geschäftsfragen zu sammeln. Die Untersuchungen erstrecken sich jeweils auf einen bestimmten Geschäftszweig; dabei wird besonderes Augenmerk auf die Absatzverhältnisse, Geschäftsunkosten und die Buchführung gerichtet. Die Auskünfte selbst sind vertraulich. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die in den betreffenden Gewerbezweigen viel Anklang finden, sind u. a. in der Schriftreihe „Bulletins of the Bureau of Research" veröffentlicht worden.

In Deutschland betrachtet man gern Angaben über geschäftliche Organisation, Selbstkosten und dergl. in erster Linie als Geheimnisse, die unter keinen Umständen verraten werden dürfen. In dieser Hinsicht haben sogar wirtschaftliche Verbände, denen die Unterstützung ihrer Mitglieder in derartigen Fragen zur Aufgabe gemacht ist, mit Schwierigkeiten zu kämpfen. Die Praxis wird allerdings mit Recht erwarten dürfen, daß sie nicht von beliebig vielen Stellen mit Fragen behelligt

---

[1]) Mit der Großhandelsindexziffer umgerechnet.

Englische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. S. 69.

...etzte Werte: Kohle . . am 13. April 21,50 sh/ton Eisen . . am 13. April 12,00 £/ton Dollar . . . am 18. April 4,285 sh/$
Baumwolle am 22. März 16,14 d/lb Kupfer . . am 18. April 81,50 £/ton Mark . . . am 18. April 0,0143 sh/100 ℳ

Die Preise für Kupfer und Baumwolle sind nach anfänglichem Steigen wieder gefallen. Der Kohlenpreis ist auf seiner alten Höhe ...eblieben. Der Preis für Stabeisen hat sich im vergangenen Monat der Erhöhung der Kohlenpreise im Februar angepaßt.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel: (vergl. S. 379)
Kupfer . . . . am 18. April 8 730 ℳ/kg Dollar . . . . am 18. April 25 000 ℳ/$
Baumwolle . . am 18. April 17 385 ℳ/kg Aktienziffer . . am 13. April 1 175 665.

...l, sondern daß einschlägige Untersuchungen nur auf Grund sorg...iger Arbeitsteilung und nach Verständigung mit den zuständigen ...tschaftlichen Vertretungen der betreffenden Wirtschaftszweige in ...griff genommen werden. [W 198]

Kohlenmangel in Deutschland.

Poincaré sagte in Dünkirchen am 15. April 1923: „Wir haben uns ...on überzeugt, daß uns Deutschland die Kohlen hätte liefern können, ...es uns verweigerte; denn es hat sich so eingerichtet, daß es die ...hrkohlen entbehren kann."

Dazu ist zu bemerken: Nach Abzug des Selbstverbrauchs der Zechen ...l Kokereien gelangten 1922 53 Mill. t Kohle und 24,5 Mill. t Koks zum Versand; 26,2 Mill. t Kohle und 8,6 Mill. t Koks gingen nach dem unbesetzten Deutschland. Vor der Ruhrbesetzung mußten im Jahre 1922 8,3 Mill. t Brennstoffe aus England eingeführt werden. Das gibt auf den Monat 0,7 Mill. t, die 0,75 Mill. Pfund Sterling kosteten. Nach der Ruhrbesetzung müssen monatlich 2,9 Mill. t eingeführt werden, und die englische Kohle ist um rd. 70 vH teurer geworden als 1922; es ergibt sich mithin ein monatlicher Einfuhrbedarf von rd. 5 Mill. Pfund Sterling. Die geldliche Differenz zwischen der monatlichen Belastung durch die Einfuhr englischer Kohle beträgt also rd. 75 Mill. Goldmark. Rechnet man den Koks hinzu, so ergibt sich ein monatlicher Einfuhrbedarf von 100 Mill. Goldmark, das ist gleich dem gesamten Ergebnis der Dollaranleihe des Reiches. [W 203]

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 2500.

Organisation und Normung im Konstruktionsbureau. Von W. Tuloschinski. Berlin 1923, Richard Carl Schmidt & Co. 163 S. mit 206 Abb. und 15 Tafeln.

Nach den eigenen Worten des Verfassers stellt die vorliegende Arbeit dar „eine Sammlung von in Konstruktions bureaus (warum nicht -Büros?) bzw. Zeichensälen benötigten Gegenständen, die infolge ihrer konstruktiven Gestaltung arbeit-, lohn- und zeitsparend für die einzelnen Betriebe wirken sollen." Man könnte diesem Satz noch hinzufügen, daß es sich nicht allein um „Gegenstände", sondern auch um Hinweise, Winke und Merkregeln handelt.

Die Arbeiten des Normenausschusses der Deutschen Industrie nehmen naturgemäß einen breiten Raum ein, zumal ja das Verständnis für die Normen durch das Buch vermittelt und ihre Einführung in die Praxis, namentlich auch in kleinere Werke (die großen haben Normen schon länger), erleichtert werden soll.

Der Verfasser gibt eingangs Erläuterungen zu den verschiedenen Arten von Zeichnungen und ihrer Anfertigung. Dabei verficht er die amerikanische Darstellung und Anordnung von Figuren in technischen Zeichnungen. Er kommt zu dem Schluß, daß die amerikanische Darstellungsart die vorteilhaftere ist, weil der Arbeiter die zusammengehörigen Ansichten auch bei den verwickeltsten Gegenständen beisammen findet. An Abb. 3 und 4 wird dies veranschaulicht. Hierbei kommt der Verfasser auch auf die Bezeichnung: Aufriß, Grundriß und Seitenriß zu sprechen. Er hat recht, wenn er diese Ausdrücke als „ganz unangebracht" bezeichnet. In dem Büchlein von C. Volk „Das Maschinenzeichnen des Konstrukteurs" sind diese Ausdrücke ersetzt durch „Hauptansicht" für Aufriß, „Draufsicht" für Grundriß und „Seitenansicht" für Seitenriß. Es ist nur schade, daß der Verfasser diese Bezeichnungen nicht auch gewählt hat; sie sind kurz und treffend. Leider bricht die Erörterung über diesen Punkt etwas zu rasch ab, ohne daß der Verfasser das deutsche Verfahren, seine Gründe und Zweckmäßigkeiten, näher bespricht, obgleich er es gemäß Normenblatt Nr. 6 zur allgemeinen Anwendung empfiehlt.

Im nächsten Abschnitt „Normung" redet der Verfasser überängstlichen Konstrukteuren, die da glauben, ihre schöpferische Tätigkeit werde durch den Normalisierungsdrang und durch zwangsweise Einführung der Normen im Konstruktionsbüro eingeengt oder gar überflüssig, gut zu, beweist ihnen im Gegenteil, daß sie viel freier arbeiten können, wenn sie sich mit Kleinarbeit, auf die sich die Normung nur bezieht, nicht zu befassen brauchen.

Die Belehrungen im folgenden Abschnitt über Modelle und die Rücksichten, die bei Ausarbeitung einer Konstruktion auf Herstellung und Einformen des Modelles zu beachten sind, werden namentlich dem weniger Vertrauten dienlich sein.

Bemerkungen über das Wesen der Toleranzsysteme und das metrische System und seine Einführung in andern Ländern, die sich bisher diesem System verschlossen hatten, leiten über zu der „Sammlung von Gegenständen". Diese Sammlung ist reichhaltig und wird manchem noch Anregung geben. Der Beleuchtung des Arbeistisches folgen allerlei Hilfswerkzeuge und Vorrichtungen, die der Zeichner und Konstrukteur, um Zeit zu sparen, anwenden soll. Mit Besprechung eines neuartigen Zeichnungs-Vervielfältigungsapparates schließt die Sammlung. Bei dem Vergleich in Abb. 159 zwischen Größe und Gewicht eines Rechenschiebers und einer Zigarette bleibt bei der Anordnung des Textes der Figur etwas unklar, ob der Rechenschieber oder die Zigarette D. R. P. a. und D. R. G. M. ist. Das Ziel, das sich der Verfasser gesetzt hat, durch Einführung dieses Buches in die Industrie Konstrukteuren, Ingenieuren und Zeichnern Hilfsmittel in gedrängter Form zu bieten für ihre Arbeit, darf als erreicht gelten.

Im Anhang finden sich noch u. a. die meines Wissens von Schlesinger herrührenden „Winke für den Konstrukteur". — Für die ausgezeichnete Ausstattung gebührt dem Verlag der Dank des Verfassers.

[1620] Studienrat Dipl.-Ing. H. R. Müller.

Lehrbuch der Physik. Erster Band: Mechanik, Akustik, Wärmelehre. Von Bernhard Dessau. Leipzig 1922, J. A. Barth. 667 Seiten mit 490 Abbildungen.

Das Werk, von dem hier der erste Band vorliegt, gibt die Vorlesungen über Experimentalphysik wieder, die der Verfasser an der Universität Perugia hält. Es erschien zunächst in italienischer Sprache und ist vom Verfasser selbst ins Deutsche übertragen. Inhaltlich entspricht es genau den Vorlesungen, die an den deutschen Universitäten und Technischen Hochschulen zur Einführung in die Physik gehalten werden.

Im vorliegenden Band umfaßt der erste Teil, Mechanik, etwa 400 Seiten, auf denen in zwölf Kapiteln die Mechanik des Massenpunktes, des starren Körpers, der festen Körper, der Flüssigkeiten und Gase (einschließlich der Molekularerscheinungen) gelehrt wird. Das letzte Kapitel (Schwingungen und Wellen) leitet zu dem kurzen (etwa 50 Seiten langen) zweiten Teil über, der der Akustik gewidmet ist. Von der Wärmelehre handelt der (etwa 200 Seiten lange) dritte Teil, dessen sieben Kapitel die Wärmemessung und Wärmeübertragung, die Zustandsänderungen durch die Wärme und die Thermodynamik zur Darstellung bringen.

Der Verfasser bietet den Stoff durchaus in seiner „klassischen" Gestalt, ohne auf die moderne Entwicklung der Physik einzugehen, und zwar in anschaulicher und leicht verständlicher Darstellung. Die Versuchseinrichtungen und die experimentellen Hilfsmittel des Phy[sikers] werden dabei sehr eingehend beschrieben. Auch die Anwendung[en der] Physik in der Technik werden vielfach herangezogen. Zur De[utung] der Ergebnisse wird weitgehend die graphische Darstellung benutz[t, mit] deren Hilfe der Inhalt der Formeln immer anschaulich vor Auge[n ge]stellt wird. Das Buch ist demnach auch zum Selbststudium, sowei[t sich] Physik überhaupt aus Büchern lernen läßt, wohl geeignet. Leid[er hat] der Verfasser auch die geheiligte Überlieferung aufrecht erhalten, [nach] der es verpönt ist, in der Vorlesung über Experimentalphysik die [Ele]mente der Infinitesimalrechnung als bekannt vorauszusetzen. S[o fin]den sich denn leider überall da, wo man ohne Infinitesimalrech[nung] nicht auskommt, die bekannten künstlichen und schwerfällig[en Über]legungen. In den Vorlesungsbetrieb der Universitäten mag sich do[rt, wo] die Vorlesung über Experimentalphysik außer von Mathematikern [und] Physikern auch von Medizinern usw. gehört — werden sollte, die [Über]lieferung noch halten, an den Technischen Hochschulen sollte sie [ver]schwinden. Auch in Lehrbüchern der Physik von dem Umfang [des] vorliegenden sollte man durchaus die Grundbegriffe der Infinite[simal]rechnung als bekannt voraussetzen. Beweist doch der große [Erfolg] des bekannten Lehrbuches von Grimsehl, daß die Leser das zu sch[ätzen] wissen. [1...]

Hannover. Georg Pran[...].

Wirtschafts- und Verwaltungsstudien 58. **Fr[eiherr] Dr. Th. von Cramer-Klett, erblicher Reichsrat der Krone Ba[yern.]** Sein Leben und sein Werk, ein Beitrag zur bayerischen Wirtsc[hafts]geschichte des 19. Jahrhunderts. Von Regierungsrat Dr. J. Bi[ens]feldt. Leipzig und Erlangen 1922, A. Deichertsche Verlags[buch]handlung Dr. Werner Scholl. 271 S. mit einem Bild. Preis Gz. [...]

Im Verfolg des Lebenswerkes von Cramer-Klett rollt dies[es Buch] ein sehr bedeutsames Stück süddeutscher Industrie- und Wirtsc[hafts]geschichte auf; denn dies Lebenswerk war bahnbrechend für die [Ent]wicklung der bayrischen Industrie sowie der bayrischen Verkehrs- [und] Bankpolitik im 19. Jahrhundert.

Cramer-Klett verkörpert geradezu in seiner Person de[n in] seiner Zeit zur Ausbildung und Betätigung drängenden [Geist] des kapitalistischen Unternehmertums. Es ist sehr interessant, [beim] Lesen des Buches mitzuleben, wie dieser rege, fortschrittlich [ge]sinnte Kopf zunächst in der Verlegertätigkeit seine Auswirkung su[chte,] während er dann, nach Übernahme der Maschinenfabrik seines Schwi[eger]vaters Klett, hier von vornherein seine unumschränkte Unterne[hmer]stellung durchzusetzen wußte;, wobei er, sich durch die Auswah[l be]rufener Mitarbeiter an den richtigen Stellen von betriebstechnis[chen] Einzelheiten entlastend, seine Firma zum Höchstmaß der Leistung fü[hrte,] zu dem großartigen, heute für das damals Geschaffene zeugenden W[erke] der MAN.

Wir sehen, wie Cramer-Klett sein Unternehmen weit über den [tech]nischen Betrieb der Maschinenfabrikation ausbaute zu einem kapita[listi]schen Finanzgeschäft, das, im Verein mit bestehenden Banken, wirtsch[afts]wichtige Eisenbahnbauten im In- und Auslande durchführte und s[elbst] neue, dem Bedürfnis der Zeit entsprechende Bankgründungen vorn[ahm,] die der Süddeutschen Bodenkreditbank usw. Eine weitverzwe[igte,] komplizierte kapitalistische Organisation, wie heute das Kartell [oder] Syndikat sie darstellt, lief in der Person dieses Mannes zusam[men.] Daß Cramer-Klett auch bezüglich der Arbeiterfragen zielbewußte [Wege] einzuschlagen verstand, daß seine Initiative sich für allgemein [wich]tige Unternehmungen, wie die Gründung des Gewerbemuseums in N[ürn]berg, einsetzte und durchsetzte, gegenüber manch kurzsichtigem W[ider]stande, dies und vieles andre entwickelt weiter das Biensfeldtsche B[uch,] das in einer Anlage den Text durch im Original wiedergegebene Sc[hrift]stücke, Verträge, Briefe usw. aus der Unternehmertätigkeit Cra[mer-]Kletts noch belegt und verlebendigt. [1598] Dr. [...]

Der Kalk in Kulturgeschichte und Sprache. Von H. Urbach. B[erlin] 1923, Verlag des Vereins deutscher Kalkwerke E. V. 160 S. [Preis] 6500 *M.*

Einzelkonstruktionen aus dem Maschinenbau, 5. Heft: **Zahnräder.** 2. [Teil.] Räder mit schrägen Zähnen (Räder mit Schraubenzähnen [und] Schneckengetriebe). Von Prof. Dr. A. Schiebel. 2. Aufl. B[erlin] 1923, Julius Springer. 128 S. mit 137 Abb. Preis Gz. 4,5.

Die Ausführungen der ersten Auflage, s. Z. 1913 S. 986, wurden [bei] der Neubearbeitung durch eine eingehendere Behandlung wichtiger [Ein]zelheiten und durch Besprechung der neuesten Fortschritte im Bau [und] in der Bearbeitung der Zahnräder erweitert.

Entwurf und Einrichtung von Handelsschiffen. Von Prof. Dr. H. H[...]ner. 3. Aufl. Leipzig 1923, Dr. Max Jänecke. 368 S. mit 363 [Abb.] und XI Tafeln.

Schiffbautechnisches Zeichnen. Von Prof. O. Lienau. Berlin [19]23, Julius Springer. 40 S. mit 54 Abb. Preis Gz. 2,2.

Die Heizungsmontage. Von Dipl.-Ing. O. Ginsberg. I. Teil: Mat[erial] und Werkzeuge. München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 19[..] mit 7 Tafeln und 210 Abb. Preis Gz. 4,3.

International Railway Journal. Schriftleiter: Dr. Trautvett[er.] Berlin 1923, M. Krayn. Nr. 1 März 1923.

Inhalt: The electrical railways of the world — Foreign goods tra[ffic] on the German railways during 1913 and 1920 — The great railw[ay] traffic lines of the future — From all the world — Notes on new bo[oks.]

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 18 SONNABEND, 5. MAI 1923 BD. 67

Wasserkraftanlagen.

INHALT:

Die Maschinenanlagen des Murgwerkes.

Von Baurat E. Treiber, Karlsruhe.

Zweck und wasserwirtschaftliche Grundlagen des badischen Murgwerkes: Die Gesamtanlage und der maschinelle Teil der Krafterzeugungsanlagen: Apparatehaus mit Drosselklappen, Ölbeschaffung und Lüftventile, Druckleitung; Hochdruck-Krafthaus mit Turbinenanlage und Öldruckreglern; Niederdruckwerk. Die im Bau befindliche Erweiterung der Anlagen: das Schwarzenbachwerk.

weck und wasserwirtschaftliche Grundlagen des Werkes.

Das vom badischen Staat in den Kriegsjahren erbaute und im November 1918 in Betrieb gesetzte Murgwerk bei Forbach in Baden, Abb. 1, ist die zurzeit größte Hochdruck-Wasserkraftanlage Deutschlands und stellt eine ıptkraftquelle der die Versorgung Badens mit Licht- und Kraftım betreibenden jetzigen Beerin, der Badischen Landeslektrizitätsversorgungs-A.-G. ıdenwerk) dar. Schon in der en Ausbaustufe, die das fliede Wasser der Murg, eines Rastatt in den Rhein mündenSchwarzwaldflusses, ausnutzt, let diese wenn auch nur in chränktem Maß als sogeıntes Spitzenwerk arbeile Anlage eine wertvolle Erzung zu den hauptsächlich tündigen Grundstrom liefern- Dampf- und Niederdrucksserkraftanlagen Badens.

Die örtlichen Verhältnisse l Rücksichten auf die am wein Lauf der Murg liegenden lreichen Wasserkraftanlagen tatten nur einen Tagesauseich in der Weise, daß das einem Sammelbecken während Stunden mit geringem Stromarf, hauptsächlich nachts und ntags, aufgespeicherte Wasser Murg in den folgenden Tagesnden mit stark erhöhtem omverbrauch in weit stärke- Maße verarbeitet wird, als n natürlichen Zulauf entäche. Mit Rücksicht auf die enliegenden, vielfach durcheitenden Werke (Holzschleifeen, Papierfabriken) muß der wenige Stunden zusammenlrängte Wasserverbrauch des ırgwerkes wieder ausgeglichen werden, was durch ein Ausichbecken unterhalb des Werkes erreicht wird, aus dem also ler nochmaliger Ausnutzung in Turbinen das Murgwasser gleichmäßiger, dem jeweiligen Zufluß entsprechender Menge gegeben wird.

Der verhältnismäßig geringe Nutzinhalt des Sammel- und ısgleichbeckens, der nur im Flußtal selbst geschaffen werden konnte, beschränkt natürlich die Möglichkeit eines vollständigen Ausgleiches zum Betrieb des Werkes als reines Spitzenwerk auf bestimmte, nach oben begrenzte Zuflußmengen. Selbstverständlich sucht man reichlichere Zuflüsse weitgehend auszunutzen, wobei das Murgwerk zum Teil aus der nicht regelbaren Zuflußmenge 24stündigen Grundstrom, zum Teil aus der speicherfähigen Menge die Spitzen des täglichen Strombedarfs deckend, ein gemischtarbeitendes Werk darstellt, das bei sehr reichlichem Zufluß (Hochwasser), wo jede Speichermöglichkeit entfällt, schließlich nahezu nur noch Grundstrom unter möglichst großer Ausnutzung seiner Maschinenleistung abgibt, während die Dampfkraftwerke in Karlsruhe und Mannheim die Leistungsspitzen liefern.

Abb. 1. Hochdruckkrafthaus mit Rohrleitung.

Im langjährigen Mittel beläuft sich die jährliche Gesamtabflußmenge aus dem 298 km² großen Einzuggebiet bis zu den Wasserfassungsstellen auf rd. 380 Mill. m³. Die mittlere Abflußmenge beträgt rd. 12 m³/s; sie schwankt zwischen einer Mindestmenge von etwa 2 und einer größten Hochwassermenge bis 500 m³/s. Bei 382 000 m³ Stauinhalt des Sammelbeckens und 227 000 m³ Ausgleichraum des unteren Beckens ist unter den vorliegenden Betriebsverhältnissen der erwähnte vollständige Ausgleich bei Wasserführungen von etwa 14 m³/s im Winter und 13 m³/s im Sommer möglich.

Der zweite Bestimmungsfaktor einer Wasserkraft, das Gefälle, beträgt im Höchstfall rein 156 m; es wird gewonnen durch Aufstau im Sammelbecken vor der Wasserfassung und durch Abschneiden einer rd. 7½ km langen, vielfach gewundenen Flußstrecke durch einen 5613 m langen Druckstollen, der das zu verarbeitende Wasser auf möglichst kurzem Weg und mit möglichst geringen Fließverlusten einem Wasserschloß und durch eine eiserne Rohrleitung den Wasserkraftmaschinen im Hochdruck-Krafthaus zuführt. Von dem Gesamtrohgefälle von

Abb. 2. Wehr mit Stolleneinlauf.

156 m werden hier je nach den Wasserspiegelhöhen der gegenläufig sich füllenden bzw. entleerenden Speicherbecken 150 bis 137 m, das restliche Gefälle zwischen Ausgleichweiherspiegel und anschließender Flußstrecke (Wehrkrone einer anschließenden Pappenfabrik) in einem Niederdruckwerk (Ausgleichwerk) ausgenutzt. Vom Rohgefälle der Hochdruckanlage gehen die bei Vollast bis zu 17 m betragenden Gefällverluste bei der Zuleitung des Wassers ab.

Die aus den genannten Faktoren sich zusammensetzende Rohwasserkraft beträgt im Mittel 17 700 kW, die verfügbare Arbeit daraus 155 Mill. kWh. Die erzielbare Nutzleistung und Nutzarbeit ist natürlich wesentlich geringer und bestimmt durch die nach wirtschaftlichen und betriebstechnischen Gesichtspunkten bemessene Ausbaugröße des Werkes auf 26 300 kVA. Bei einem gelegentlich sehr günstigen Leistungsfaktor der Drehstromerzeugung von cos $\varphi = 0{,}8$ können 21 000 kW erzeugt werden, wozu eine Wassermenge von etwa 20 m³/s, die von Stollen und Rohrleitung noch geführt werden können, notwendig ist.

Im Jahre 1920 wurden z. B. bei einem Gesamtabfluß von nur 295 Mill. m³ und einem vermöge der Ausbaugröße des Werkes nutzbar zu machenden Abfluß von 242 Mill. m³ etwa 216 Mill. m³ verarbeitet und damit 60 Millionen kWh erzeugt, was einem Gesamtwirkungsgrad der Anlage von rd. 60 vH entspricht. Im sehr trockenen Jahr 1921 betrug die ausgenutzte Wassermenge rd. 160 Mill. m³, die Erzeugung 44,5 Mill. kWh; in dem sehr niederschlagreichen Jahr 1922 wurden bei 311 Mill. m³ ausgenutzter Wassermenge über 86 Mill. kWh erzeugt.

Fassung des Kraftwassers.

Die zur Fassung und Verarbeitung des Betriebswassers und zur Ableitung des Überschußwassers dienenden Einrichtungen des Murgwerkes sind in großen Zügen folgende: Das obere Sammelbecken wird geschaffen durch ein gemischtes Wehr mit festem Wehrrücken, über dem zwischen gemauerten, eisenbewehrten Pfeilern zwei Hauptöffnungen von je 13,5 m Breite und eine 5,4 m breite Grundablaßöffnung mit 10 bzw. 12 m ho[hen] beweglichen, zweiteiligen Schützentafeln aus Eisenkonstrul[ktion] genügend Abflußquerschnitt für Hochwasser freigeben kö[nnen]. Die elektrisch betätigten Aufzugvorrichtungen für die Schü[tzen]tafeln sind in einem überdachten Steg über den Wehröffnu[ngen] aufgestellt. Überstauung des bis an die württembergische [La]ndesgrenze reichenden Stauzieles 447 m über N. N. durch un[ver]mutet ankommende Hochwasserwellen verhindern drei in einen Landpfeiler des Wehres eingebaute selbsttätige Saugü[ber]fälle.

An der linken Wehrseite schließt sich der durch Grobrec[hen], aufziehbare Feinrechen und eiserne Schützen verschließ[bare] Stolleneinlauf an, Abb. 2, der zunächst aus zwei 6[0] m langen Klärkammern mit je 36 m² Querschnitt besteht; der [au]fgefangene Sand wird umschichtig nach Abschluß der einze[lnen] Kammern mittels vorderer Einlaufschützen und hinterer [Ab]schlußklappen durch besondere Spülschleusen abgeführt, w[ährend] der Betrieb durch die nicht gespülte Kammer aufrechterhalten wird.

Hinter den Klärkammern beginnt der eigentliche Dru[ck]stollen von 8,2 m² Querschnitt (2,5 m/s Höchstgeschwindigkeit), Abb. 3, der fast durchweg aus dem Granit gesprengt, [au]sbetoniert und mit Glattstrich verputzt ist. An der Unterfahrung der Raumünzach werden von dem Wasser dieses Seitenbaches der Murg bis zu 4,4 m³/s durch einen senkrechten [Ei]nfallschacht mit Feinrechen- und Fallschützenverschluß eingeleitet; die Raumünzach wird an ihrer Fassung durch ein fe[stes] Wehr gestaut. Bei stärkerer Wasserführung dieses Baches, [w]ei der die Gefahr des Einschleppens von Sand und Kies begi[nnt], treten selbsttätig gesteuerte Fallschützen in Tätigkeit; das [Rau]münzachwasser ist dann ohnedies wegen genügenden Zuflusses in der Murg entbehrlich. Der Stollen endigt in einem Wasserschloß, an das sich die Druckrohrleitung anschließt.

Die Hochdruckturbinen gießen unmittelbar in den Ausgleichweiher; dieser wird gleichfalls geschaffen durch ein Stauwehr g[an]z ähnlicher Bauart wie das erwähnte obere mit Hauptöffnungen von 16 m und einem Grundablaß von 8 m Breite bei 7,1 b[zw]. 9 m Stauhöhe. An der rechten Wehrseite liegt das Niederdruckwerk, das durch einen Unterwasserkanal in den anschließenden Flußlauf ausgießt.

Abb. 3. Längs- und Höhenprofil des Murgwerkes im ersten und zweiten Ausbau.

Der eigentliche, hier näher zu beschreibende maschinelle Teil der Krafterzeugungsanlage[1]) beginnt mit dem sogenannten

Apparatehaus,

Abb. 4 und 5, das die oberen Abschlußvorrichtungen der aus zwei Strängen bestehenden Druckrohrleitung enthält. Das am Ende des erwähnten Druckstollens eingeschaltete Wasserschloß besteht aus einem im Fels ausgesprengten ausbetonierten Schacht von 34 m Höhe, 12 m unterer und 15 m oberer lichter Weite. Zwischen Wasserschloß und Apparatehaus sind die beiden hier 2,2 m weiten Druckrohre, deren trompetenförmig erweiterter Einlaf

[1]) Die maschinellen Einrichtungen der wasserbautechnischen Anla[gen] (Wehre, Kläranlagen usw.) sollen in einem besonderen Teil beschrieben werd[en].

ch einen 2 m hohen **Fußrechen** mit 20 mm Stababstand chützt ist, in einem ausgesprengten Stollen einbetoniert.

Beim Zutagetreten im Apparatehaus sind in jeden Strang i **Drosselklappen** von 2,2 m l. W. eingeschaltet, beend aus je einem Stahlgußgehäuse, dessen Querschnitt durch linsenförmige Klappe mit senkrechter Drehachse verschloswerden kann. Die erste der beiden Klappen ist für Handbegung mittels eines auf die Drehachse gesetzten Kegelradors und weiterer Übersetzungsgetriebe, die untere Klappe für itigung durch einen mittels Rollenhebels auf die Achse wirden doppelten Tauchkolben mit Druckölantrieb eingerichtet. . Drucköl-Steuerventil kann durch einen vom Krafthaus einhaltenden Elektromagneten und ein durch diesen ausgelöstes lgewicht in Gefahrfällen von fern betätigt werden.

Bei Rohrbruch mit folgender starker Steigerung der Wasserchwindigkeit im Rohr wird das erwähnte Fallgewicht unter Wirkung des wachsenden Staudruckes auf eine quer im ır hängende Staupendelscheibe, die bei betriebsmäßiger Fließchwindigkeit durch ein Gegengewicht im Gleichgewicht geen wird, gleichfalls ausgelöst; dadurch wird die 5 s dauernde ließbewegung der unteren Drosselklappen selbsttätig einget. Das zunächst einem größten betriebsmäßigen Staudruck 2,54 m Höchstgeschwindigkeit rechnungsmäßig entsprechende engewicht mußte nachträglich, um unbeabsichtigtes Ausn durch Zufälligkeiten (Hängenbleiben kleiner Zweige) verhindern, wesentlich vergrößert werden. Während die eren Drosselklappen also als Sicherheitsabschlüsse anzuechen sind, sollen die beiden oberen Klappen in Verbindung den unteren einen möglichst dichten Abschluß der Rohrleitung öglichen, wozu das noch durchdringende Leckwasser mittels er 300 mm weiten Leitung mit Schieberverschluß aus dem ischenrohr zwischen beiden Klappen abgeführt wird, ehe es ch die unteren Klappen dringen kann.

Bei der Bedeutung des sicheren Wirkens der selbsttätigen v. ferngesteuerten unteren Rohrverschlüsse ist der **Druckbeschaffung**, d. h. der dauernden Bereitstellung eines s genügenden Druckölvorrates besondere Aufmerksamkeit zuvendet. Dieses Drucköl wird von einer mit Elektromotor bebenen Zahnräderpumpe aus einem Ölbehälter in einen reich bemessenen Windkessel gefördert; bei erreichtem Höchstck wird die Pumpe durch ein druckgesteuertes Umschaltventil Leerlauf gesteuert, bzw. nach Absinken des Windkesselckes wieder selbsttätig auf Förderung geschaltet. Zur Ausfe für die genannte Motorpumpe ist eine zweite, gleichartige

Abb 5. Murgwerk erster Ausbau. Längsschnitt durch das Wasserschloß, die Druckrohre und das Apparatehaus.

a vorübergehender Höchstwasserstand bei plötzlicher Entlastung des Werkes von 100 auf 10 vH.
b Stauziel des Sammelbeckens bei Kirschbaumwasen.
c Wasserstand bei Vollbelastung des Werkes und bei Wasserstand 447,00 im Sammelbecken bei Kirschbaumwasen.
d Wasserstand bei Vollbelastung des Werkes und bei Wasserstand 439,50 im Sammelbecken bei Kirschbaumwasen.
e vorübergehender Wasserstand bei plötzlicher Belastung des Werkes von 65 auf 100 vH.
f Fußrechen. *g* Stollen. *h* 1. Drosselklappe mit Handbetrieb.
i 2. Drosselklappe mit Druckölbetrieb. *k* selbsttätiges Luftventil.
l selbsttätiger Rohrbruchverschluß. *m* Ausdehnungsmuffe.

umpe mit Riemenantrieb durch eine kleine Freistrahlturbine rgesehen, die unmittelbar aus der Rohrleitung gespeist und anlassen wird, wenn der Windkesseldruck ein bestimmtes Minstmaß unterschreitet. Sinkt letzterer etwa bei Versagen auch r Aushilfspumpe noch weiter, so macht ein im Krafthaus ernendes Signal auf die Gefährdung der Druckölversorgung auferksam.

Zum langsamen Füllen der Rohrleitungen bei zunächst gechlossenen Drosselklappen dienen je zwei 350 mm weite Umitungen mit Schieberverschlüssen; die Drosselklappen selbst irfen erst bei gefüllter Rohrleitung in entlastetem Zustande gefnet werden. Während des Füllens entweicht die Luft ıs der Rohrleitung durch ein **Entlüftventil**, in dessen Ge-

Abb. 4. Inneres des Apparatehauses.

häuse eine gummiüberzogene Kugel gegen die obere Ventilsitzfläche aufschwimmt, wenn nach Entweichen der Luft das Wasser bis oben angestiegen ist. Das bei raschem Entleeren der Rohre, etwa bei Rohrbruch, mögliche Entstehen eines Unterdruckes im Rohrinnern, der die gegen äußeren Überdruck verhältnismäßig wenig widerstandsfähigen, dünnwandigen weiten Rohre der oberen Zonen einzudrücken droht, wird durch ein reichlich bemessenes **Belüftungsventil** verhindert, das aus einem federbelasteten, bei äußerem Überdruck nach innen sich öffnenden Ventilteller besteht; eine Ölbremse dämpft die Bewegungen dieses Ventiles.

Das Apparatehaus wird elektrisch geheizt, so daß das Drucköl nicht erstarrt und die kleineren Leitungen bei Frost nicht einfrieren. Hier ist auch ein an die Rohrleitung angeschlossener Pegelapparat angeordnet, der die Wasserbewegungen im Wasserschloß elektrisch auf eine im Werk aufgestellte Schreibeinrichtung überträgt. Vorgesehen ist noch die Aufstellung einer selbsttätig gesteuerten Motorpumpe im Apparatehaus, die das aus der Sickerleitung des Stollens drucklos ausfließende Leckwasser (4 bis 10 l/s) in die Rohrleitung drückt, so daß es mit 140 m Gefälle ausgenutzt wird, eine durchaus wirtschaftliche Vorkehrung.

Die ausgeführte Einrichtung des Apparatehauses befriedigt so, daß die gleiche Einrichtung beim bevorstehenden zweiten Ausbau des Werkes wiederverwendet werden soll.

Mit einem Knick von 21° geht die bis zum Apparatehaus nur schwach geneigte Rohrleitung in die eigentliche, aus zwei Strängen bestehende

Druckleitung

über, die offen in einem Einschnitt von solcher Breite den Berg hinab zum Krafthaus führt, daß neben den beiden Strängen des ersten Ausbaues noch zwei weitere für die rd. 200 m höher anschließende zweite Ausbaustufe des Werkes und eine zwischen beiden geführte Gleisseilbahn Platz haben. Die offene Verlegung ermöglicht sichere Überwachung und Unterhaltung der Druckrohre; ihre Längenänderungen infolge Temperaturwechsels werden durch entsprechende Vorkehrungen ohne Schwierigkeiten ausgeglichen; auch äußerlich wirkt die ihren Zweck klar offenbarende Zuleitung des Druckwassers zum Krafthaus machtvoll und formenschön. Es besteht keine Veranlassung, beim weiteren Ausbau von der offenen Verlegung abzugehen.

Die beiden je rd. 385 m langen Rohrstränge sind in 4 Abschnitte von 2,2, 1,9, 1,7 und 1,55 m l. W. eingeteilt. Bei dieser Abstufung überwiegt die Ersparnis an Anlagekosten infolge Verkleinerung der Rohrweite und Blechdicke, also des Rohrgewichtes, die Einbuße an nutzbarer Arbeit infolge des entsprechend höheren Druckverlustes; sie ist also wirtschaftlich. Die Höchstgeschwindigkeiten im Rohr wachsen von 2,7 auf 5,5 m. Als Werkstoff für die mittels Wassergases überlappt geschweißten Rohre ist Siemens-Martin-Blech (Feuerblech) von 34 bis 41 kg/mm² vorgeschriebener Festigkeit und 25 vH Dehnung verwendet. Die Blechdicke nimmt von 11 mm aus Herstellungsrücksichten gewählter Mindeststärke auf 17 mm, in einzelnen Rohren auf 19 mm im untersten Teil zu. Hieraus ergibt sich eine rechnungsmäßige Beanspruchung von rd. 700 bis 750 kg/cm² in der Längsnaht. Die Festigkeit der Schweißnaht ist zu 0,9 der des homogenen Werkstoffes gewährleistet; Festigkeitsversuche an geschweißten Probestücken ergaben jedoch die Festigkeit des un-

Abb. 6 und 7. Nietmuffenverbindungen.

geschweißten Werkstoffes, wie überhaupt die eingehenden Materialprüfungen durchweg höhere Gütezahlen (Summe aus Festigkeit und Dehnung) als die vorgeschriebene Höhe von 62 (37 + 25) ergaben.

Die einzelnen Rohre haben 8 m normale Länge und sind jeweils in der Nähe des Stoßes durch einen etwa ein Drittel des Rohrumfanges umfassenden Betonsockel gestützt. Die normale Rohrverbindung ist als sogenannte N i e t m u f f e mit oben einreihiger, unten zweireihiger Nietung ausgebildet, Abb. 6 und 7. Die Vorzüge dieser Rohrverbindung, nämlich leichtes Zusammenpassen und Verbohren der Stöße, Versteifung des Rohres durch den Wulst der Nietmuffe und eine gewisse Längsnachgiebigkeit derselben, haben sich auch bei dieser Rohrleitung voll bestätigt.

An den sich durch das Gelände ergebenden Knickpunkten ist jeder Strang in einem gemeinsamen, tiefgegründeten Betonklotz verankert. Unterhalb der fünf Klötze sind jeweils Ausdehnungsstücke eingeschaltet, die die Längenänderungen infolge von Temperaturschwankungen auszugleichen haben. Die Rohrkrümmer, Ausgleichschüsse und anschließenden geraden Rohre sind miteinander durch Verschraubung der von aufgeschweißten Bu... gehaltenen losen Flanschringe verbunden. Nietverbindu... können hier nicht benutzt werden, weil die Rohrkrümmer ... Abpressen im Herstellungswerk mittels aufgeschraubter D... verschlossen werden müssen, während die geraden Rohre h... zwischen die Stirndeckel einer Rohrpresse eingespannt we...

Bemerkenswert ist die unterste Strecke der Rohrleitung ... mit Rücksicht auf ungünstige Gründungsverhältnisse die ... stränge auf drei Strecken von je rd. 20 m freitragend zwis... einzelnen tiefgegründeten Pfeilern liegen; Senkungen oder ... schungen der auf nicht unbedingt sicherem Grund stehenden ... schenpfeiler können also nicht gefährlich werden. Die Niet... fenverbindung mit doppelkegelförmig aufgewalzten Rohrende... hier durch zylindrische Nietverbindung ersetzt. Dort sind ... zwischen Rohr und Sockel Gleitlager auf [-Eisenbögen einge... um das auf die tiefgegründeten Sockel wirkende Reibungs-... moment zu vermindern; im übrigen sind keinerlei Rohrsättel ... Zwischenlagen verwendet. In der unteren rd. 80 m langen f... Strecke wurden z. B. größte Längenänderungen von rd. 3 cm ... den mit geteerten Hanfstricken verpackten Ausdehnungsstü... ausgeglichen.

In dem untersten Verankerungsklotz biegt die schräg ... die Stirnseite des Krafthauses zulaufende Rohrleitung um ... um und geht in die an der Flußlängsseite des Hauses verl... V e r t e i l r o h r l e i t u n g über. Etwa bei Rohrbruch in ... Rohrbahn herabstürzende Wassermassen werden durch die ... Abweisewand ausgebildete schräge Vorderfläche des unt... Klotzes in einen unmittelbar in das Flußbett führenden Abst...

Abb. 8 bis 10. Hochdruck-Krafthaus des Murgwerkes, erster Ausbau.

g ben abgeführt. Die mit doppeltem Betriebsdruck sorgfältig geprüften Rohre sind, innen und außen heiß geteert, später mit ... Teerfarbe nachgestrichen worden. Undichtheiten oder ... re Schäden haben sich im bisherigen Betrieb nicht gezeigt.

Eine schon bei Verlegung der Druckrohre benutzte Gleis-silbahn erleichtert die Überwachung der Rohrleitung und ...paratehauseinrichtung. Ihr Gleis führt von dem auf dem un-...n Ankerklotz stehenden Windenhaus über eine den erwähn-... Rohrbruchgraben überspannende eiserne Brücke mitten zwi-...en der Rohrleitung des ersten und der zukünftigen des zweiten ...baues zunächst bis zum ersten Apparatehaus und soll dann ... rd. 400 m bis zum zweiten Apparatehaus weitergeführt wer-... Mit Rücksicht auf die Personenbeförderung ist diese Seil-...n mit weitgehenden Sicherheitsvorrichtungen versehen.

Der eigentliche Personenwagen mit einem der mittleren ...hrschräge entsprechenden Schräggestell für 500 kg Tragfähig-...t hängt an einem 29 m dicken Drahtseil von 36 000 kg ...uchfestigkeit, das über ein oberes Umlenkrollenpaar geschlun-... und, unterwegs von Trag- und Druckrollen geführt, zu der ...enstehenden Seilwinde mit elektrischem Antrieb geleitet wird. ...i etwaigem Seilbruch wird infolge Aufhörens des Seilzuges ... Wagen ein Fallgewicht frei und beiderseits eine Zangenbremse ...geschaltet, die während eines nur wenige Meter betragenden ...cklaufweges des Bremswagens sich fest um die Keilkopfschiene ...t und den Wagen festklammert; Ausgleichgetriebe bewirken ...ichmäßiges Anziehen beider Bremsen, die auch ohne Seilbruch ...rch einen Fußhebel zum Einfallen gebracht werden können. ...e Schienen sind auf einbetonierten Winkeleisenschwellen stark

Abb. 10. Querschnitt durch das Hochdruck-Krafthaus.

...festigt, damit sie beim Anziehen der Bremsen nicht hochge-...sen werden.

Der niedrige Rohrtransportwagen für 8 t Tragfähigkeit mit ...em langen Rahmen und Rohrsätteln wird vom Bremswagen ge-...hoben oder gezogen. Die von einem 50 PS-Drehstrommotor an-...triebene Winde für 0,5 und 1,5 m Fahrgeschwindigkeit hat ...ßer einer hand- und fußbetätigten Backenbremse eine beim ...sbleiben des Stromes einfallende Magnetbremse und eine zweite ...ckenbremse, die durch ein beim Überschreiten einer bestimm-...n Höchstgeschwindigkeit ausgelöstes Fallgewicht angezogen ...rd. Durch eine Wandermutter betätigte Endausschalter ver-...ndern das Überfahren bestimmter Endstellungen des Wagens.

Die erwähnte Verteilrohrleitung hat die Aufgabe, ...s in zwei Rohrsträngen zuströmende Wasser auf fünf Tur-...nen zu verteilen. Zu diesem Zweck ist vor der mittleren ...ritten) Turbine durch Krümmer eine Verbindung zwischen ...iden Verteilrohrsträngen geschaffen. Zu ...iden Seiten dieses mittleren Einlaufs an-...ordnete Drosselklappen von 850 mm l. W. ...statten, nötigenfalls jeweils drei Turbinen ...s einer Rohrleitung zu speisen, wenn die ...eite Leitung abgestellt werden soll. Ent-...rechend der abgegebenen Wassermenge ver-...ngt sich der Durchmesser der Verteilleitung ...gen die letzten Turbinen hin. Die sich ver-...ngenden Einläufe zu den einzelnen Turbi-...n sind rechtwinklig abgezweigt, eine Aus-...hrung, die zwar am leichtesten herzu-...ellen, aber wegen der ziemlich großen hy-...aulischen Verluste nicht mehr zu empfeh-...n ist[1]). Die Umschalt-Drosselklappen sind ... Stahlgußgehäusen angeordnet und haben ...swechselbare Bronzedichtungsringe; sie ...erden vom Innern des Krafthauses aus be-...tigt.

Das Hochdruckkrafthaus.

Der allgemeine Aufbau des Hochdruck-...afthauses, Abb. 8 bis 10, mit zunächst ...nf Maschinensätzen und den Erreger-maschinen für den ersten und Erweiterungsmöglichkeit für den zweiten Ausbau zeigt eine entschiedene Trennung des hydraulischen und elektrischen Teiles, so daß bei Unfällen am einen der andre Teil verschont bleibt. Die mit parallelen Achsen aufgestellten einfachen Spiralturbinen in Dreilageranordnung sind unmittelbar mit den Drehstromerzeugern starr gekuppelt. Die Turbinenart wurde gewählt, um die auf das Turbinenlaufrad wirkenden hydraulischen Kräfte (Axialschub) in einem der Turbine eigenen Kammlager aufzunehmen, das als Endlager mit kleinem Zapfendurchmesser ausgeführt und mit wirksamer Kühlung durch Einleitung von Wasser in den angebohrten Kammzapfen versehen werden kann. Auf diese Weise sind auch die nicht immer und von vornherein zu vermeidenden Schwierigkeiten bei der Aufnahme des Axialschubes von den Dynamolagern ferngehalten, was bei Zweilageranordnung mit fliegend auf dem Dynamowellenende sitzendem Turbinenlaufrad nicht der Fall ist und zu Unklarheiten in der Verantwortung führen kann. Statt der verwendeten Anordnung, die allerdings allen Anforderungen voll genügt, würde man heute wahrscheinlich eine Doppelspiralturbine mit Doppellaufrad und zwei Abläufen wählen, da hiermit statt mit 500 mit 750 Uml./min laufende, kleinere, daher billigere Stromerzeuger verwendet werden könnten und der Axialschub des Laufrades aufgehoben wäre.

Die eingebauten Spiral-Hochdruckturbinen, Abb. 11, sollen vertragsmäßig bei einem Mindestgefälle von 133 m noch je 6200 PS leisten, tatsächlich ergeben sie aber höhere Leistungen, die bei einem Nutzgefälle H von 145 m bis zu $N = 7250$ PS betragen, wozu eine Wassermenge Q von 44 m³/s verarbeitet wird. Die spezifische Drehzahl des Laufrades mit 500 Uml./min beträgt im Mindestfall $n_s = \frac{500}{133}\sqrt{\frac{6200}{\sqrt{133}}} = 87$; es fällt also in den Bereich der Langsamläufer. Die Einheiten $Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}}$ und $n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}}$, bezogen auf den Laufrad-Eintrittsdurchmesser D_1 = 1200 mm bei 120 mm Breite und auf H = 1 m, sind $Q_1 = 265\ D^2_1$ bezw. $n_1 = \frac{52}{D_1}$.

Über Aufbau und Konstruktion der Hochdruckturbinen ist zu bemerken: Die an die Verteilrohrleitungen anschließenden Einlaufstutzen verjüngen sich von 1000 auf 800 mm l. W.; daran schließen sich die in dem sogenannten Schiebergang untergebrachten Einlaufschieber von 800 mm l. W. an, die als doppelseitig zwischen Bronzeleisten dichtende Keilplattenschieber mit Betätigung durch einen auf die Kolbenstange gesetzten Druckwasserkolben ausgeführt sind; das Druckwasser für letzteren wird der Rohrleitung entnommen und gefiltert. Die Schieberplatten haben untere Abschlußringe (Blenden), die bei gezogenem Schieber den Spalt für den Keil nahezu ausfüllen, so daß ein glatter Durchfluß entsteht. Bei der rd. 8,8 m betragenden höchsten Durchflußgeschwindigkeit ist diese Schieberbauart sehr berechtigt. Reichliche Umleitungen entlasten den Schieberkeil vor dem Betätigen durch Auffüllen der geschlossenen Turbine mit Druckwasser.

Mit einem Bogenrohr aus Stahlguß wird das Wasser in das Turbinen-Spiralgehäuse geleitet. Letzteres besteht aus Gußeisen, wird aber an der nach innen gegen den Leitapparat zu offenen Stelle des runden Querschnittes durch einen eingeschobenen und

Abb. 11. 5000 kVA-Maschinensatz des Hochdruck-Krafthauses.

[1]) Über diese hydraulischen Verluste in den rechtwinkligen Abzweigungen an Krümmern, Schiebern, ...sselklappen und an geraden Rohrstrecken werden ...Zt. mit dem Differentialmanometer von Prof. Dr. Reichel-Berlin (vergl. Z. 1911 S. 1361 u. f.) eingehende Versuche angestellt, über die später berichtet werden soll.

verschraubten Stahlguß-Stützschaufelring (Traversenring) versteift. Der die Aufschlagmenge regelnde Leitapparat enthält 16 Drehschaufeln, deren Verstellvorrichtung nach außen verlegt ist. Die beiderseitigen Drehzapfen der Stahlgußschaufeln durchdringen die Ringdeckel des Leitapparates und tragen auf der Krümmerseite auf Kegelsitz aufgepreßte Stahlgußhebel, die mittels einer in Bronzebüchsen sitzenden Lasche (Lenker) an dem gemeinsamen Verstellring aus Stahlguß (Regulierring) gelenkig befestigt sind; eine Verdrehung dieses mit der Turbinenachse konzentrischen Ringes hat eine gleichmäßige Verstellung aller Leitschaufeln von 0 bis 78 mm l. W. im Endquerschnitt zwischen zwei benachbarten Schaufeln zur Folge. Beachtenswert ist die Dichtung der Leitschaufelzapfen mittels Lederstulpen, die am Leitschaufelansatz angeordnet das Eindringen von Druckwasser in die Lagerstelle zwischen den Schaufelzapfen und den auswechselbar eingesetzten Lagerbüchsen verhindert und so die Fettschmierung der Lagerstellen erleichtert. Die parallelen Seitenwände des Leitapparates sind mit auswechselbaren Schutzwänden aus Schmiedeisen verkleidet.

Dem Ausgleich des bei Francis-Hochdruckturbinen auf die verhältnismäßig große Fläche des Laufradbodens (Nabenscheibe) wirksamen Axialschubes infolge des durch den Laufradspalt in die Deckelräume dringenden Druckwassers (Spaltverlust) muß besondere Beachtung geschenkt werden. Durch Anordnung je eines zweiten Spaltes von gleichem Durchmesser sind im vorliegenden Falle zu beiden Seiten des Laufrades flächengleiche Ringräume geschaffen, deren Innendrücke in ihrer Wirkung auf das Laufrad sich aufheben. Der in dem inneren, nicht ausgeglichenen Ringraum auf der dem Antrieb entgegengesetzten Seite noch vorhandene Druck wird durch reichlich bemessene Entwässerung dieses Raumes in das Turbinensaugrohr möglichst herabgemindert. Zum Ausgleich etwaiger Ungenauigkeiten der Ausführung, ungleicher Abnutzung der Spalte ist dem Laufrad durch Spiel im Axial-Führungslager (Kammlager) Gelegenheit gegeben, durch seitliches Wandern die Spaltgrößen bzw. die Drücke in den Deckelräumen selbst so einzustellen, daß Gleichgewicht herrscht.

Zu den weiteren Feinheiten dieser Turbinen zählen die Maßnahmen zum Schutze der Deckelwände gegen die Schleifwirkung des im Deckelraum mit umlaufenden Wasserringes. Durch den Zwischenraum eines doppelwandigen Schutzdeckels wird das etwa noch durch den inneren Spalt dringende Wasser in die erwähnte Ableitung zum Saugrohr abgesaugt; zwischen die Doppelwände eingebaute Rippen verhindern gefährliche Drehbewegungen des Wassers. Zur Entlastung der mit Ferrolith (einer plastischen, fettgetränkten Dichtungsmasse) verpackten Stopfbüchse auf der dem Antrieb entgegengesetzten Seite ist vor ihr noch eine nach außen führende Entwässerleitung angeschlossen. Die Laufräder sind mit einem Wellenflansch verschraubt; für zwei von den fünf Rädern konnte seiner Zeit noch widerstandsfähige Phosphorbronze verwendet werden, die andern drei Räder mußten in hochwertigem Gußeisen mit Stahlbandagen hergestellt werden. Die natürlich geringere Widerstandfähigkeit der drei letzten Laufräder zeigt sich besonders bei längere Zeit schwachbeaufschlagten Turbinen in beginnenden merkwürdigen Anfressungen im Laufradinnern, so daß man zur Auswechslung dieser Räder gegen solche aus Bronze schreiten wird, sobald die Anfressungen den Turbinenwirkungsgrad wesentlich zu beeinträchtigen beginnen.

Das im Laufrad verarbeitete Wasser wird durch einen gußeisernen Krümmer und ein anschließendes Saugrohr abgeführt, das im oberen Bereich der hohen Geschwindigkeiten in Blech, im unteren Teil in Beton mit allmählich in einen rechteckigen Austritt übergehenden Querschnitten ausgeführt ist. Bei ganz abgesenktem Ausgleichbecken beträgt die geodätische Saughöhe bis Mitte Turbinenwelle 8,4 m; Schwierigkeiten haben sich mit dieser großen Saughöhe nicht ergeben. Die Einführung geringer Luftmengen in den Kern der Saugwassersäule hat sich als zweckmäßig erwiesen.

Zur Regelung der Turbinen dient je ein selbsttätiger auf nahezu gleichbleibende Umlaufzahl einstellender Öldruckregler von 1000 mkg Arbeitsvermögen. Die große Regulierarbeit zum Verstellen der Drehschaufeln einerseits, die beim Parallelbetrieb mit andern, im vorliegenden Fall hauptsächlich mit Dampfturbinen ausgestatteten Kraftwerken erforderliche Feinfühligkeit und Genauigkeit der Regelung anderseits bedingt bei Wasserkraftmaschinen mittelbare Regelung; das auf sehr geringe Drehzahländerungen ansprechende Fliehkraftpendel, das im vorliegenden Fall ohne Zapfengelenke, nur mit Schneidenlagern und Stahlbandgelenken mit einem sehr geringen Unempfindlichkeitsgrad arbeitet, überträgt die Veränderungen im Ausschlag der Schwunggewichte über eine Muffe und Gestänge auf einen leicht verstellbaren Steuerstift; dessen Bewegung folgt unmittelbar der eigentliche entlastete Steuerkolben, der das Drucköl in den Arbeitzylinder treten läßt; die Bewegung des Kolbens wird auf den Reglerring der Turbine übertragen. Die Rückführung ist beim vorliegenden Regler nachgiebig ausgebildet.

Bemerkenswert ist am Regler noch eine Riemenbruchrolle, die an einem drehbaren Arm innen auf dem unteren Trum des Pendelantriebriemens läuft; sie fällt bei Reißen des letzteren nach unten und zwingt hierbei den Steuerstift des Regulierventils in die Schließstellung, während sonst bei abfallendem Pendelriemen der Regler die Turbine ganz öffnen, diese also durchgehen würde.

Die Rücksicht auf die Massenwirkungen des Rohrleitungsinhaltes, der zu betätigenden Verstelleinrichtungen usw. verbietet zu rasche Reglerbewegungen und bedingt die Verwendung verhältnismäßig großer umlaufender Schwungmassen. Im Polrad der unmittelbar gekuppelten Stromerzeuger wird zu diesem Zweck durch zusätzliche Schwungmassen mit $GD^2 = 57$ tm² ein Arbeitsvermögen von 1950 tm² bereitgehalten. Damit ergibt sich als sogenannte Anlaufzeit des Maschinensatzes, in der unter Wirkung des ganzen Drehmomentes der vollgeöffneten Turbine die Schwungmassen auf die normale Umlaufzahl beschleunigt werden, $T_a = 7{,}5$ s; die die Druckverhältnisse am Ende der Rohrleitung bei Regulierbewegungen der Turbine bestimmende Anlaufzeit der Rohrleitung ist $T_r = 1{,}55$ s; sie würde bei vollständigem Abschluß des zuerst ganz geöffneten Leitapparates durch den Regler in einer Schlußzeit $T_s = 1{,}5$ s bei Annahme unelastischer Rohrwand und ebensolcher Rohrfüllung zu einer Drucksteigerung von über 100 vH am Ende der Rohrleitung vor der Turbine führen.

Der Verminderung des Druckanstieges bei Schließbewegungen dient der mit dem Geschwindigkeitsregler gekuppelte Druckregler, ein als entlasteter Kolbenschieber ausgebildeter, am Turbineneinlaufkrümmer angeschlossener Nebenauslaß, dessen Abfallrohr unmittelbar in den Unterwasserkanal mündet; die Auftreffstelle des unter einem Druck von rd. 14 at, also mit etwa 40 m austretenden Freistrahles auf der Kanalsohle ist mit schweren Granitplatten bewehrt. Um größere Wasserverluste zu vermeiden, ist die Kupplung zwischen Geschwindigkeits- und Druckregler durch eine eingeschaltete Ölbremse derart nachgiebig gemacht, daß sich bei einer Schließbewegung des ersteren der Druckregler zunächst entsprechend öffnet, daß aber unter Überwindung des Umleitwiderstandes (Bremskraft) der Ölbremse durch das Eigengewicht des Druckreglerkolbens letzterer in mehreren Sekunden in seine Schließstellung zurücksinkt; dieses genügt zu einer allmählichen Verzögerung des Wassers in der Rohrleitung ohne nennenswerte Drucksteigerung. Bei Öffnung des Geschwindigkeitsreglers spricht der Druckregler nicht an.

Praktisch arbeitet bei der für die vorliegenden Verhältnisse angepaßten Einstellung die Turbinenregelung derartig, daß z. B. bei Abschaltung des mit 4670 kW auf einen Wasserwiderstand arbeitenden Stromerzeugers die mit einem Hornschen Tachographen gemessene Drehzahlsteigerung rd. 8,4 vH, bezogen auf den vorausgehenden Beharrungszustand, beträgt; nach einer kurzen Nachschwingung ist der Reguliervorgang in 25 s verklungen. Hierbei beläuft sich der Druckanstieg auf etwa 5,5 vH; bei plötzlicher Zuschaltung von 4470 kW beträgt der Drehzahlabfall rd. 11,7 vH, der Druckabfall 26 vH. Als zweckmäßiger Ungleichförmigkeitsgrad der Regelung, d. h. verhältnismäßiger Drehzahlunterschied zwischen Voll- und Leerlauf hat sich ein solcher von 3 vH erwiesen.

Die mit den Turbinen gekuppelten Drehstromerzeuger von je 5000 kVA Leistung mit 10 000 V Maschinenspannung sind ganz gekapselt. Mit Rücksicht auf die beim Durchgehen der Turbine mögliche Drehzahlsteigerung von 500 auf 9[illegible], die eine Erhöhung der den eingesetzten Magnetpolen innewohnenden Fliehkraft auf 550 000 kg mit sich bringt, muß der mechanische Teil des umlaufenden Generatorteiles mit besonderer Sorgfalt ausgebildet und geprüft werden. Die mit Ventilatorflügeln versehenen Polräder saugen die Kühlluft durch besondere Luftkanäle aus dem Freien an und drücken die Warmluft durch andere Kanäle entweder unmittelbar ins Freie oder in das Maschinenhaus, um es im Winter zu heizen. Auch Mischung der kalten mit warmer Luft ist möglich.

Die durch eingehende Versuche an Turbinen und Stromerzeugern festgestellten Gesamtwirkungsgrade eines Maschinensatzes betragen

bei	5 000 kW	(5/4 Last)	80,6	vH
„	4 000 „	(Vollast)	82,4	„
„	3 000 „	(3/4 Last)	81,05	„
„	2 000 „	(1/2 „)	77,2	„
„	1 000 „	(1/4 „)	65,6	„

Für die Erregung der Drehstromerzeuger dienen zwei 250-kW-Gleichstromerzeuger, von denen der gewöhnlich benutzte durch eine selbsttätig geregelte Freistrahlturbine mit zwei durch Schwenkschieber einstellbaren Düsen für rechteckigen Strahl, die zweite Aushilfsmaschine durch einen aus dem Niederdruckwerk gespeisten Drehstrommotor angetrieben wird.

Die maschinelle Einrichtung des Hochdruckkrafthauses wird durch zwei im Schiebergang aufgestellte Kühlwasserpumpen (Aushilfe durch unmittelbare Entnahme des Kühlwassers aus der Rohrleitung), durch Ventilatoren zum Lüften des Kabelkanals (die Warmluft wird im Winter in den Schiebergang gedrückt), durch einen Luftkompressor zum Ausblasen der verstaubten Generatoren und schließlich durch einen Dreimotoren-Luftkran für 60 t Tragfähigkeit mit zunächst einer, im weiteren Ausbau des Werkes mit zwei gleichen Laufkatzen von je 30 t Hubkraft vervollständigt. Das Krafthaus ist durch ein Gleis mit den im getrennten Schalthaus untergebrachten Werkstätten verbunden, von denen die große mit einem 75-t-Kran, die kleine mit einem 5-t-Handlaufkran und mit den nötigen Werkzeugmaschinen usw. ausgerüstet ist.

Das Niederdruckwerk.

Das unmittelbar im Anschluß an das Wehr des Ausgleich-
v bers gebaute Niederdruckkrafthaus, Abb. 12, enthält zwei in
s nkessel eingebaute Zwillingsturbinen, die bei 7 m Normal-
g älle je 6,75 m^3/s verarbeiten und bei 215 Uml./min 510 PS
l ten. Beim 10 m-Höchstgefälle steigt die Leistung auf 870 PS;
b n Kleinstgefälle von 2,6 m ist der Oberwasserspiegel bis auf
\ llenmitte gesunken. Die Turbinen arbeiten dann als Heber-
t binen mit im Kessel hochgesaugtem Zulauf. Die zur Entlüftung
d Turbinenkessels vorgesehene Strahlpumpe braucht auch zum
laufen bei niedrigstem Oberwasserspiegel nicht in Tätigkeit zu
t en; es genügt die Saugwirkung der Turbine selbst.

Da die Turbinen des Niederdruckwerkes selbsttätig auf
g ichbleibenden Abfluß aus dem Ausgleichbecken geregelt wer-
d. müssen, eine Aufgabe, die durch den starken Wechsel des
(fälles und damit der Schluckfähigkeit der Turbinen sehr er-
s wert ist, sind die beiden im übrigen den bereits beschriebenen
g nz ähnlichen Geschwindigkeitsregler einem Durchflußregler
u erstellt, der eine erweiterte Anwendung des Fernschwimm-
a parates der Firma J. M. Voith darstellt[1]).

Abb. 12. Unteres Wehr mit Niederdruckwerk.

Bei abgestellten Turbinen wird Wasser durch einen zwi-
sen den beiden Turbinenkammern angeordneten Grundablaß
it Gleitschütze und einen weiteren Sektorschützenverschluß,
r vom Maschinenhausraum aus verstellt wird, abgelassen.

Eine im Betätigungsraum des Schalthauses aufgestellte elek-
sche Fernmeldeanlage läßt jederzeit die Wasserstände und In-
lte der Becken, den Einlauf an der Raumünzach, den Stand im
asserschloß und schließlich am Stand der Meßschleuse im
laufkanal des Niederdruckwerkes die Wasserabgabe aus letz-
em an die Unterlieger erkennen.

An der vorbeschriebenen Maschineneinrichtung des Murg-
rkes I sind beteiligt die Firmen: J. M. Voith, Heiden-
im a. Brenz (Hoch- und Niederdruckturbinen, Apparatehaus-
richtung), Gebr. Reuling G. m. b. H., Mannheim (Tur-
nenschieber), Thyssen & Co., Mülheim-Ruhr (Rohrleitung),
aschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (Wehr- und
äranlagen, Rohrzusammenbau), L. v. Rollsche Eisenwerke,
rn (Seilbahn), Mohr & Federhaff, Mannheim (60-t-
ran). Der elektrische Teil stammt von Brown, Boveri &
ie., Mannheim (Stromerzeuger), und den Siemens-
chuckert Werken, Berlin (Transformatoren und Schalt-
lage).

Der zweite Ausbau.

Seine volle Bedeutung als Spitzenkraftwerk erlangt das
urgwerk erst mit seiner Anfang 1922 in Angriff genommenen
weiten Ausbaustufe, dem sogenannten Schwarzenbach-
erk mit Jahresausgleich durch eine 14,3 Mill. m^3 fassende Tal-
erre im Schwarzenbachtal, einem Seitental der schon genannten
aumünzach. In der Luftlinie gemessen liegt die Entnahme-
elle an der Talsperre nur etwa 2200 m vom Hochdruckkraft-
aus in Forbach, das in einem vorgesehenen Erweiterungsaus-
u die Maschinen der zweiten Stufe aufnimmt. Auf dieser kurzen
trecke steht ein Rohgefälle bei ganz gefüllter Sperre von rd.
70 m zur Verfügung, ein Fall, wie er wohl nur selten zu finden
ein wird. Jedenfalls ist Baden damit im glücklichen Besitz der
ächtigsten Hochdruckanlage Deutschlands.

Die Schwarzenbachsperre erhält die außerordentliche Höhe
on 67 m, ihre Kronenlänge beträgt 400 m, die Mauerwerkmasse
l. 260 000 m^3. Die Mauer selbst wird in Beton erstellt, der Ein-
gen aus großen Granitblöcken erhält. Das Talsperrenwasser
ird durch einen auf der Wasserseite der Mauer gelegenen Turm
entnommen, der eine entlastete Zylinderschütze zum Verschluß
des zunächst senkrecht nach unten abgehenden, dann in die
Wagerechte umbiegenden Entnahmestollens aufnimmt. Vor den
sechs Einlauföffnungen rings um die Zylinderschütze am Fuße des
Entnahmeturmes sind Feinrechen mit Fangkörben angeordnet, die
zwecks Reinigung am Turm hochgezogen werden. Der Entnahme-
stollen umgeht in großem Bogen den linken Talsperrenhang, er-
hält in einer ausgesprengten Felsenkammer einen zweiten Satz
Absperrvorrichtungen und erreicht nach nur 1800 m Länge das
obere Wasserschloß, das mehr als 200 m höher als das des
ersten Ausbaues liegt, Abb. 3. Der Übergang zur Druckrohr-
leitung über ein Apparatehaus mit Drosselklappen, Schnellschluß-
vorrichtung, Ent- und Belüfteinrichtungen usw. wird ähnlich
wie beim ersten Ausbau ausgeführt.

Von den beiden vorgesehenen Rohrsträngen von nachein-
ander 2, 1,8 und 1,6 m l. W. wird zunächst nur ein Strang ver-
legt, der zum Speisen von zwei mit je einem 20 000-kVA-Dreh-
stromerzeuger gekuppelten Hochdruckturbinen ausreicht. Die
Druck- und Verteilrohrleitung besteht wieder aus wassergas-
geschweißten Rohren von im Mittel 8 m Baulänge und bis 37 mm
Wandstärke; Abzweigstücke werden in Stahlguß ausgeführt.

Die beiden Hochdruckturbinen, die beim höchsten Gefälle bis
zu 28 000 PS leisten, werden, damit 500 Uml./min erreicht werden,
zum ersten Mal in solcher Größe als Drillingsfreistrahl-
turbinen mit drei auf einer Welle zwischen zwei Lagern
sitzenden, aus zwei Runddüsen beaufschlagten Laufrädern gebaut.
Sie erhalten selbsttätige Geschwindigkeitsregler mit Doppelregu-
lierung, durch die bei Entlastungen zunächst Strahlablenker be-
tätigt werden, die die sechs Strahlen ganz oder teilweise aus dem
Bereich der Laufradschaufeln (Doppelbecher) lenken, also das
Überschußwasser zunächst unmittelbar in das Unterwasser der
Turbine leiten; infolgedessen können die Düsennadeln zum Ver-
ringern des freien Düsenquerschnittes inzwischen mit geringer
Vorschubgeschwindigkeit vorgeschoben und unliebsame Druck-
stöße von der Rohrleitung abgehalten werden. Das Drucköl zum
Betätigen der Regelung wird in einem eignen Hilfsmaschinensatz
jeder Turbine erzeugt, bestehend aus einer 300 PS-Freistrahl-
turbine in unmittelbarer Kupplung mit der Reglerölpumpe, ferner
mit einer Spülölpumpe zum Schmieren der Turbinen- und Dyna-
molager und einer Preßölpumpe zur Entlastung der Dynamolager
vor dem Anfahren. Am anderen Wellenende treibt die Hilfsturbine
die Erregerdynamo des Stromerzeugers.

Von hoher Bedeutung für die Leistungsfähigkeit des
Schwarzenbachwerkes ist die Möglichkeit, mittels Speicher-
pumpen Murgwasser durch selbsterzeugten oder bezogenen
Überschußstrom (von den Kraftwerken am kanalisierten Neckar,
Oberrheinwerken usw.) in das Schwarzenbachbecken zu pumpen,
um es zur Erzeugung hochwertigen Spitzenstromes zurückarbeiten
zu lassen. Das Pumpenwasser wird den Speicherpumpen unmittel-
bar aus der Rohrleitung der ersten Stufe unter 14 at Druck zu-
geführt und durch die neue Rohrleitung und den Stollen in die
Schwarzenbachsperre gedrückt; es bedarf also außer den Pumpen
keinerlei Aufwendungen für diese Hochdruckspeicherung.

Zunächst wird eine große Pumpe für 2 m^3/s Förderung
und 8500 PS Antriebleistung aufgestellt, wohl die größte Hoch-
druck-Kreiselpumpe bis zum heutigen Tag. Sie wird durch eine
während des Betriebes einzurückende elektromagnetische Kupp-
lung mit der ersten großen Turbinendynamo gekuppelt. Bei
Pumpenbetrieb läuft die Turbine leer in Luft mit, die Dynamo
treibt als Synchronmotor die Pumpe mit 500 Uml./min an; die
Pumpe findet in einem Anbau des Hochdruckkrafthauses Auf-
stellung.

Im weiteren Ausbau der Hochdruckspeicherung ist die Auf-
stellung eines Doppelpumpensatzes in Aussicht genommen, be-
stehend aus zwei Pumpen für je 1 m^3/s Förderung und einem
regelbaren Motor, durch dessen Drehzahlveränderung der Betrieb
dieser Pumpen der veränderlichen Förderhöhe gegen den wech-
selnden Wasserstand in der Talsperre angepaßt werden kann,
ferner die Kupplung des zweiten Hauptmaschinensatzes mit einer
großen Pumpe für 3 m^3/s Lieferung; bei dieser Unterteilung der
Pumpen können Wassermengen von 0,6 bis 7 m^3/s gespeichert,
also auch entsprechend verschiedene Überschußleistungen ver-
wertet werden.

Für den Vollausbau des Schwarzenbachwerkes ist die Auf-
stellung zweier weiterer Maschinensätze von je 20 000 kVA oder
ihre Zusammenfassung in eine doppelt so große Einheit geplant.
Die Leistungsfähigkeit des Schwarzenbachwerkes wird sich dann
auf etwa 25 Mill. kWh belaufen, wozu die Hochdruckspeicherung
7,5 Mill. kWh beisteuert. Durch den Bau einer Raumünzach-
sperre von 16,7 Mill. m^3 Nutzinhalt, die mit der Schwarzenbach-
sperre auf gleicher Höhe liegt und durch einen Stollen verbunden
werden soll, kann die Leistungsfähigkeit des ganzen Murgwerkes
auf rd. 105 Mill. kWh erhöht werden.

Baden wird mit dem vollausgebauten Schwarzenbachwerk
in Verbindung mit dem Murgwerk über ein großartiges Wasser-
kraftwerk verfügen, das in der für die Erhaltung und Steigerung
des Wirtschaftslebens unentbehrlichen Elektrizitätsversorgung
Südwestdeutschlands eine sehr wichtige Rolle spielen und wesent-
lich dazu beitragen wird, unsere Leistungsfähigkeit für den Wie-
deraufbau zu erhöhen. [1544]

[1]) Vergl. Z. 1917 S. 137 u. f.

Turbinen und Regler des Kraftwerkes Ritom der Schweizerischen Bundesbahnen.

Von Dipl.-Ing. Victor Gelpke, Luzern.

Da der elektrische Bahnbetrieb der Schweizerischen Bundesbahnen, insbesondere der Gotthardbahn, hohe Anforderungen an die Regelbarkeit und Sicherheit der Turbinen- und Rohrleitungsanlage stellt, so sind insbesondere die Einrichtungen berücksichtigt, die diesem Zwecke zu dienen haben. Hauptverschlüsse der unter 800 m Druck stehenden Rohrleitungen nebst Steuerung und Sicherung gegen Druckstöße beim Schließen — neuzeitliche Turbinenregelung mittels Düsennadel und Ablenker ebenfalls unter Berücksichtigung der Sicherung der Rohrleitung gegen Druckstöße — Sicherheitsvorrichtungen gegen sonstige Betriebstörungen — Bremse zum raschen Anhalten der Turbine.

Die Wasserkraftmaschinen der Anlage einschließlich der Hauptverschlüsse sind deswegen besonders bemerkenswert, weil das Werk unter recht schwierigen Verhältnissen, und zwar 800 m Wasserdruck sowie 60 m/s Geschwindigkeit am Radumfang bei 12 200 PS Turbinenleistung, arbeitet und infolgedessen mit den modernen Hilfs- und Sicherheitsvorrichtungen nach Bauart der Lieferfirma ausgerüstet ist, die sich im Laufe der Zeit herausgebildet haben und gerade für den vorliegenden Bahnbetrieb notwendig sind. Den Sicherheitsvorrichtungen insbesondere fällt hierbei die Aufgabe zu, einmal die Rohrleitung gegen Druckstöße zu sichern, da sie ohnehin schon unter dem hohen Betriebsdrucke von 80 at steht, und anderseits ein „Durchbrennen" der Turbine samt Rotor zu verhindern, beides Möglichkeiten, die die Anlage gefährden können. Die Lieferung dieses Teils der Anlage samt Reglern war der Firma Piccard, Pictet & Cie., S. A., Genf, übertragen worden, die die ihr gestellte Aufgabe vollkommen gelöst hat.

Abb. 1. Glockenventil als Hauptverschluß der Turbine.

Hauptverschlüsse der Rohrleitung und Anschlußleitungen.

An Stelle des Flach- oder Keilschiebers ist im Ritomwerk für jede Turbine ein Glockenventil eingebaut worden. Grundsätzlich stimmt diese Konstruktion überein mit dem Verschluß durch Düse und Nadel, die für Hochdruckturbinen jetzt allgemein üblich ist.

Im Gegensatz zum Verschluß durch Schieber ist sie dadurch gekennzeichnet, daß sich das abschließende Organ in der Strömungsrichtung statt senkrecht dazu bewegt. Dies hat zur Folge, daß zum Abheben vom Sitze mindestens eine doppelt so große Kraft aufgewendet werden muß wie zum Betätigen eines gleichwertigen Absperrschiebers. Jedem Glockenventil (auch der Düsennadel) ist ferner eigentümlich, daß es gegen Ende des Hubes wegen Verschwindens des Gegendruckes beschleunigt auf seinen Sitz gerissen wird, was große und daher schädliche Druckanschwellungen zur Folge haben kann. Schließlich ist der Druckverlust in einem Glockenventil etwas größer als bei einem gleichwertigen Brillenschieber, im vorliegenden Falle etwa 1,5 m.

Dagegen sind als gewichtige Vorteile hervorzuheben, daß sich das Glockenventil am bequemsten und einfachsten mit dem ohnehin meist vorhandenen Wagerecht- oder Senkrechtkrümmer des Zuleitungsrohres verbinden läßt. Es wird daher billiger als ein Schieber und beansprucht erheblich weniger Raum; endlich kann auch ein sanftes Schließen durch einfache konstruktive Maßnahmen mit Sicherheit erreicht werden.

Das Glockenventil, Abb. 1 bis 3, besteht aus dem Gehäuse a, das mit dem wagerecht liegenden Zuleitungsbogen von 550 mm l. W. ein Ganzes bildet, dem Sitzring b und Übergangstück c, das an vier Rippen den Führungskern d für die Glocke trägt, c und d sind ein Gußstück. Der Führungskern trägt, durch Schlußring und Schrauben gehalten, an seinem Umfange die Liderung. Diese besteht aus dem mittleren Liderungsring e, Abb. 2, in dessen Höhlungen die Lederstulpen bzw. Lederdichtungen f ruhen, und aus den beiden metallisch abdichtenden Führungsringen g. Ring e hat an seinem Umfang eine Nut, die zur Aufnahme des Fettes dient, das durch die Bohrung h, Abb. 1, der einen Rippe am tiefsten Punkt der Führung zugebracht wird. Das Fett wird mittels einer durch Wasserdruck gesteuerten hydraulischen Presse zugeführt (in der späteren Abb. 9 mit v bezeichnet) oder im Notfall auch durch eine Hochdruck-Stauffer-büchse mit Rückschlagventil. Weitere Bohrungen liegen in den drei anderen Rippen des Führungskernes; davon steht Bohrung i mit dem obersten Punkt der Führung in Verbindung und dient zum Ablassen der Luft aus dem Hohlraum der Glocke mittels eines Lufthahnes. Die andern Bohrungen führen ebenfalls zum Innern der Glocke und dienen unter Zwischenschaltung eines Rückschlagventils und einer Drosselstrecke der Zu- und Ableitung des Druckwassers von bzw. zum Steuerschieber.

Über die Liderung gestülpt, gleitet das eigentliche Abschlußorgan, die Ventilglocke. Ihr Schaft trägt am andern Ende den Entlastungskolben l, der in einem mit Bronzefutter ausgebuchsten Gehäuse gleitet und durch Lederstulp-Liderungen m und n, Abb. 3, abgedichtet ist. Der Druckraum des Entlastungskolbens steht durch das Rohr o unter Zwischenschaltung eines am höchsten Punkt des Gehäuses angebrachten Spitzventils p ständig mit dem Innern der Hauptrohrleitung in Verbindung und bleibt also auch bei geschlossenem Glockenventil unter Druck. Das Spitzventil dient außer zum vollständigen Absperren dazu, die zufließende Wassermenge in bestimmten Grenzen zu halten, damit bei Reißen der Lederstulpe m nur eine beschränkte Wassermenge am Umfange des Entlastungskolbens ins Freie strömen kann; aus diesem Grunde geht auch der Nabenansatz des Entlastungskolbens, durch n abgedichtet, durch das Krümmerauge hindurch, und sind neben den Lederstulpen f noch die metallisch abdichtenden Ringe g angeordnet worden. Durch einen Seilzug q, der zum Schaltstand für die Absperrung im Innern des Turbinenhauses führt und durch ein Gegengewicht am Ende gespannt wird, wird die jeweilige Stellung der Glocke dem Maschinisten kenntlich gemacht.

Ein Stutzen r von 100 mm l. W., in der wagerechten Ebene des Gehäuses a angeordnet und durch Absperrschieber abschließbar, dient zur Entnahme von Druckwasser zum Betätigen der Freistrahl-Turbinenbremse. Endlich dient ein Stutzen auf der Gegenseite zur Entnahme von Druckwasser für die Steuerung des Glockenventils. Zur Vorsicht wird dieses Druckwasser vor Gebrauch noch in einem besonderen Filter u in Abb. 9 gereinigt.

Sämtliche Teile sind aus bestem Stahlguß hergestellt, ausgenommen die Führungsringe der drei Liderungen, wofür Bronze benutzt worden ist.

Das Glockenventil wird vom Maschinensaal aus gesteuert. In Abb. 4 erkennt man den in einer Mauernische angeordneten

Abb. 2. Liderung.

Abb. 3. Abdichtung des Entlastungskolbens.

Steuerapparat für eine Turbine, bestehend aus dem Steuerventil in Handgriff in der Mitte, linker Hand, am Handgriff angreifend, die elektrische Fernabstellung durch Solenoid, rechts vom Steuerventil die Hilfssteuerung für die Freistrahlbremse; oberhalb davon sind links und rechts die Stellungszeiger für das Glockenventil und die Bremse angeordnet; in der Mitte zwischen beiden das Manometer, das den Druck zwischen Hauptabsperrung und Turbine anzeigt; links an der Wand befindet sich ein Manometer, das den Druck in der Hauptrohrleitung fortlaufend aufzeichnet, und unten rechts die Druckwasser-Fettpresse (v in Abb. 9).

Abb. 4. Steuervorrichtung für das Glockenventil und Hilfsteuerung für die Freistrahlbremse.

Die Konstruktion des Steuerventils geht aus Abb. 5 bis 8 hervor. Das Steuergehäuse a ist wie üblich in drei übereinander liegende Räume für gleichbleibenden, veränderlichen Druck und für Ablauf gegliedert. Der Raum für gleichbleibenden Druck b steht mit der Hauptrohrleitung unter Zwischenschaltung des erwähnten Filters in Verbindung, der Raum für veränderlichen (gesteuerten) Druck c für das Glockenventil mit dem Innern der Glocke. b_1 ist der Raum für gleichbleibenden Druck zur Bedienung der Freistrahlbremse. Im Steuergehäuse gleitet der Differentialkolben d, dessen unterer Teil als Doppelsitzventil ausgebildet ist. Der Kolben ist zwecks Vorsteuerung durchbohrt. Steuerwasser kann aber nur, indem es durch eine Drosselstrecke fließt, zur Vorsteuerung gelangen, die in diesem Falle durch einen Drosselstift e gebildet wird; e hat kleine Querbohrungen, die abwechselnd miteinander verbunden sind, und stellt also eine Art Labyrinthdichtung vor. Mit der nach unten ins Freie ragenden Verlängerung des Drosselstiftes wird die Bewegung des Ventils sichtbar gemacht.

Abb. 5. Ansicht des Steuerventils.

Mit dem wagerecht herausragenden Winkelhebel f, mit dem der Ventilkegel der Vorsteuerung durch Laschenverbindung gelenkig verbunden ist, und der oben einen federnden Stützpunkt hat, kann die Steuerung in Tätigkeit gesetzt werden. Durch Anheben des Hebels wird der Ablaufraum g der Vorsteuerung vom Steuerraum h abgetrennt; durch die Drosselstrecke zugeleitet, entsteht Druck im Steuerraum und wirkt also auf die größere Kolbenfläche des Differentialkolbens. Unter Überwindung des Auftriebes auf die untere, kleinere Kolbenfläche senkt sich das Drosselventil ganz langsam nach Maßgabe der Drosselung. Der Ablaufraum i des Doppelsitzventils wird infolgedessen nach Zurücklegung des Ventilhubes vom Raume für veränderlichen Druck abgetrennt, dagegen dieser mit dem Raume für gleichbleibenden Druck verbunden. Es tritt somit jetzt Druckwasser in den Hohlraum der Entlastungsglocke ein, wobei es wiederum durch eine — nicht gezeichnete — Drosselstrecke zu fließen hat. Infolgedessen hebt sich das Glockenventil k, Abb. 1, ganz langsam von seinem Sitz und läßt Triebwasser zur Turbine gelangen. Beim Senken des Hebels f wird umgekehrt der Zutritt von Druckwasser durch das Steuerventil abgesperrt und die Verbindung des Glockenventil-Hohlraumes mit dem Ablauf hergestellt; die Glocke nähert sich unter Einwirkung des von außen auf ihr lastenden Wasserdruckes ihren Sitz, und die Turbine wird von der Hauptrohrleitung abgesperrt.

Statt mit der Hand kann Hebel f auch durch einen Elektromagnet k in die Schlußstellung heruntergezogen werden, und das Hauptabsperrorgan kann somit auch durch Fernsteuerung, z. B. vom Schaltbrett aus oder durch einen Sicherheitsregler mit elektrischer Auslösvorrichtung, geschlossen werden. Beide Möglichkeiten sind vorgesehen. Der Elektromagnet hat 0,32 kgm Arbeitsvermögen bei 40 mm Hub.

An dieses Steuerventil angeschlossen ist ein kleineres nach ähnlichen Gesichtspunkten gebautes Ventil l, das zur Betätigung einer Düse für die Freistrahlbremse dient. Der Antrieb dieses Ventils erfolgt durch Handrad und Spindel.

Eine übersichtliche Zusammenstellung von Glockenventil und Steuerschieber ist durch das Schema, Abb. 9, gegeben, die nach dem Gesagten keiner weiteren Erläuterung mehr bedarf, ausgenommen die Anordnung der Hilfspumpe s. Eine solche ist vorgesehen für den Fall, daß der natürliche Wasserdruck nicht ausreichen sollte, um die Glocke anzuheben. In diesem Falle kann durch die Hilfspumpe zusätzlicher Druck in den Hohlraum der Ventilglocke geleitet, d. h. der Wasserdruck gesteigert werden. Durch eine Umsteuervorrichtung t kann zu diesem Zwecke das Steuerventil aus- und die Hilfspumpe eingeschaltet werden.

Abb. 6 bis 8. Steuerventil zum Hauptverschluß.

Trotz der vorgeschalteten Drosselstrecke von 3,5 mm Dmr. und 90 mm Länge ergaben sich mit einem gewöhnlichen Ventilsitz beim Schließen noch zu große Drucksteigerungen. Aus diesem Grunde mußte dem Ventilsitz der Glocke noch eine besondere Form, Abb. 10 und 11, gegeben werden, die den Zweck hat, das Triebwasser zur Turbine kurz vor dem Aufsitzen der Glocke stark abzudrosseln. Man erkennt an der Hand von Abb. 10 und 11, daß für einen restlichen Hub von rd. 50 mm (Gesamthub = 195 mm) das Triebwasser nur noch durch Dreieckfenster, deren Zahl n sein möge, zur Turbine gelangen kann. Der freie Querschnitt dieser Fenster nimmt nun nicht proportional mit der Entfernung der Glocke von ihrem Sitz ab, sondern im Quadrate der Entfernung. Ist nämlich nach dieser Figur b_s die Breite eines Fensters im Abstand s vom Sitz, $90°—\alpha$ die Neigung des Ventilsitzes zur Wagerechten, h_s die lichte Weite des Durchflußquerschnittes derart, daß $h_s = s \sin \alpha$ ist, so ist der Durchflußquerschnitt F_s für die Hubstellung $x = s$ bei n Fenstern:

$$F_s = \frac{n\, b_s\, s \sin \alpha}{2}$$

Abb. 9. Schema des Glockenventils nebst Steuerung und Hilfspumpe.

Abb. 10 u. 11. Ventilsitz der Glocke.

In der Stellung x dagegen ist

$$F_x = \frac{n\, b_x\, x \sin \alpha}{2},$$

und da $b_x = \frac{b_s\, x}{s}$ ist, so ist

$$F_x = \frac{n\, b_s\, x^2 \sin \alpha}{2\, s},$$

d. h. $$F_s : F_x = s^2 : x^2,$$

wogegen ohne solche Fenster dieser Querschnitt nur im Verhältnis $s:x$ sich ändern würde.

Im Diagramm, Abb. 12, stellt die gestrichelte Linie die Druckabnahme im Raume zwischen Turbine und Glockenventil während der Schließperiode bei vollgeöffneter Turbine dar, und zwar für die Ausführung ohne Dreieckfenster, die ausgezogene diejenige mit Dreieckfenstern. Man erkennt deutlich, daß bei gleichen Schließzeiten die Abdrosselung des Druckes im letzteren Falle viel früher einsetzt und allmählicher erfolgt als ohne Dreieckfenster, was natürlich zur Folge hat, daß die Druckschwankungen in der Hauptrohrleitung beim Schließen ebenfalls viel kleiner ausfallen. Messungen ergaben, daß ohne Dreieckfenster und bei einer Gesamtschlußzeit von 210 s der Druck immer noch um rd. 120 m über den normalen Betriebsdruck hinaus anstieg, mit einem darauf folgenden Unterdruck von 74 m unter Betriebsdruck. Dagegen ergaben sich mit Dreiec fenstern bei nur 74 s Schließzeit keine gr ßeren Druckanschwellungen als 25 m u darauf folgendem Unterdruck von höchste 30 m. Hierbei war die genannte Blende v 3,5 mm l. W. und 90 mm Länge zwisch Steuerung und Glockenhohlraum eingeset Mit derselben Blende bei wenig geöffnet Turbine (Nadelhub $= {}^1/_{12}$ des gesamten) e gab sich eine Öffnungszeit der Glocke v 55 s. Derselbe Versuch, bei geschlossen Turbine ausgeführt, ergab 77 s Schließ- u 55 s Öffnungszeit.

Die Turbinen.

Die vier aufgestellten Turbinen, Abb. bis 17, sind mit je einem schweren Einph senstromerzeuger aus den Werkstätten d Firma Brown, Boveri & Cie., Baden i. Schw., in Dreilageranordnung zu ein Gruppe vereinigt. Deren Leistung betrã 12 200 PS (9000 kW) bei 333⅓ Uml./m und 810 m Nutzgefälle; gesamtes Schwun moment $G\,D^2 = 425\,000$.

Zwischen dem Turbinenrade und d vorderen Dynamolager ist die Hauptwe außerhalb des Turbinengehäuses durch d angeschmiedeten Kuppelflansch zwei Teile zerlegt. Die aus Stahl gefertig Welle hat am Laufrade 440 mm Dm Zwei Keile von 35 × 70 mm² Querschn übertragen das Drehmoment vom Laufr auf die Welle. Damit die Turbinenwelle b gelöster Kupplung in ihrer Lage bleibt, f den Fall, daß der Stromerzeuger probewei als Motor angetrieben wird, kann sie dur eine Aufhelfvorrichtung, bestehe aus dem Sattelstück a, Abb. 14, und der Aufhelfspindel b, unte stützt werden.

Laufrad. Die aus Stahlguß bestehende Laufradscheibe, m kräftiger Nabe auf der Welle sitzend, trägt auf ihrem Umfang rittlings befestigt, 30 Hochdruck-Turbinenschaufeln oder -bech von je 90 kg Gewicht aus Stahlguß, Abb. 16. Damit nun d Fliehkraft des einzelnen Bechers nicht durch Klemmschluß alle auf die Radscheibe übertragen wird, sind die leicht kegelig Befestigungs-Stahlbolzen von je einer der Länge nach aufgeschlit ten, nach gleichem Kegel ausgeriebenen Stahlbuchse umschlosse Außerdem sind je zwei benachbarte Schaufeln durch Doppe keile sorgfältig gegeneinander verspannt, so daß durch beide Ma nahmen in radialer wie in tangentialer Richtung zwischen Bech und Radscheibe eine vorzügliche Spannungsverbindung bestel Diese der liefernden Firma patentamtlich[1]) geschützte Verbi

[1]) D.R.P. Nr. 51207.

Abb. 12. Zur Hauptabsperrung der Turbine 4. Diagramm des Glockenweges und der Drücke im Hohlraum der Glocke sowie des Raumes zwischen Glocke und Turbine in Funktion der Zeit. Blende hat 3,5 mm Dmr. (l. W.) mit 9,62 mm² Querschnitt.

- a Druckzunahme im Raume zwischen Glocke und Turbine
- b Druckveränderung im Hohlraum der Entlastungsglocke
- c Druckabnahme im Raume zwischen Glocke und Turbine
- d Druckänderungen im Hohlraum der Entlastungsglocke
- e Druckzunahme im Raume zwischen Glocke und Turbine
- f Druckänderung im Hohlraum der Entlastungsglocke
- g Druckabnahme im Raum zwischen Glocke und Turbine
- h Druckänderung im Hohlraum der Entlastungsglocke.

ung hat sich aufs beste bewährt: ein vorgenommener Versuch, bei dem das Rad mit der höchsten erreichbaren Drehzahl, nämlich 605 (= 1,82 . 333⅓), umlief, also bei 119,4 m/s Umfangsgeschwindigkeit, ergab weder Lockerung noch Formänderung der Konstruktion. Dabei war das Rad während dieses Versuches mit 300 PS belastet. Bei vollgeöffneter Turbine hat der einen Kreis von 3200 mm Dmr. berührende Strahl einen kreisrunden Querschnitt von 123 mm Dmr. Das Wasser strömt mit 120 m/s Geschwindigkeit aus.

Das Turbinengehäuse besteht aus dem Unterteil, der an der Einmauerungsstelle im Lichten 2 m breit ist und sich oberhalb der Düse auf 1 m verjüngt, sowie aus dem zweiteiligen Deckel, der von 1 m auf 0,78 m l. W. oben abnimmt. Der Deckel

quadern verkleideten Auslaufschacht vor Anfressungen schützt. Um den ersten Anprall des immerhin mit rd. 25 m/s Geschwindigkeit vom Rad abströmenden Wassers auszuhalten und vor allem um die Wucht des vom Ablenker abgeblendeten Strahles zu brechen, ist ein Rost aus Flacheisen eingelegt. Da der Rost 2,5 m unter Turbinenmitte liegt, so dient er auch als Zwischenboden für allfällige Besichtigung des Gehäuseinnern.

Das äußere Turbinenlager ist ein Ringschmierlager von 350 mm Bohrung. Die Lagerschalen sind für Wasserkühlung eingerichtet, indem in den Weißmetallausguß Röhren möglichst nahe der Lauffläche eingebettet sind, die außen durch Halbbogenfittings untereinander in Verbindung stehen. Ein Thermometer gestattet das Ablesen der Lagertemperatur.

Abb. 13 bis 15.
Turbine für 12 200 PS des Ritomwerkes.

Abb. 16.
Schaufelung des Laufrades.

ist halbzylindrisch nach einem Halbmesser von 2,125 m gekrümmt. Die Welle ist nun in diesem Gehäuse um 125 mm exzentrisch gelagert, und zwar in dem Sinne, daß der Zwischenraum zwischen Rad und Gehäuse auf der Einlaufseite 125, auf der Gegenseite, zum besseren Abführen von mitgerissenem Spritzwasser, 375 mm beträgt. Die Welle tritt durch das Gehäuse in je einer Labyrinthkammer, in der Spritzringe der Welle entlang laufendes Wasser abschleudern. Ein einziger solcher Ring genügt zum Erzielen vollkommener Dichtung. Gehäuse-Ober- und -Unterteil sind mit mehreren Einsteig-, Hand- und Schaulöchern versehen. Mittels einer gegen das Spritzwasser geschützten elektrischen Lampe kann der Strahl beleuchtet und durch ein gegenüberliegendes Schauloch während des Betriebes besichtigt werden.

An den einbetonierten und verankerten unteren Teil des Gehäuse-Unterteils ist eine Panzerung aus 15 mm dickem Blech angeflanscht, die tief ins Unterwasser reicht und den mit Granit-

Düse. Die Düsenapparatur, Abb. 17, setzt sich zusammen aus dem Zuleitungskrümmer, der Düse a, dem Düsenmundstück b, der Nadelspitze c, dem Nadelschaft nebst Führungshemd d und der im Zuleitungskrümmer eingebetteten Führungstrommel e mit Führungsrippen f; die Rippen haben die Aufgabe, die Wasserbahnen wieder axial zu richten, da diese durch die zum Stützen der Nadel erforderlichen Einbauten einen Drall erleiden. Düsenmundstück und Nadelspitze aus bester Bronze sind leicht auswechselbar gemacht. Vermöge des zweiteiligen Anschlußringes g ist man imstande, die gesamte Düseneinrichtung leicht abzubauen. Die Düse hat noch ein Lagerauge h, in welchem die Drehachse des Strahlablenkers i schwingt; letzterer ist an zwei Hebeln fest angeschraubt, die auf die Achse aufgekeilt sind.

Der Ablenker befindet sich oberhalb des Strahles und umschließt ihn halbkreisförmig. Sein Anstellwinkel, bezogen auf die Düsenachse, beträgt 45°. Beim Niedergange drückt er den

Strahl vom Rade weg, der, frei geworden, auf dem Rost und der Panzerung zerstäubt. Wenn der Ablenker zur Hälfte eintaucht, d. h. den mittlern Wasserfaden erreicht, ist die Wirkung bereits vollständig; der volle Strahl ist in diesem Augenblick vom Rad abgeblendet.

Besondere Aufmerksamkeit hat man der Führung des Nadelschaftes geschenkt, um ein Flattern der Nadel im Wasserstrom zu verhindern. Zu diesem Zweck ist der Schaft auf rd. 1100 mm Länge, in einem Abstande von 700 mm vom Düsenmund beginnend, in einem Stahlhemd d geführt, das auf 630 mm Länge in einem entsprechenden Einbau des Zuleitungskrümmers ruht. Dem Rückfluß von Druckwasser längs des Nadelschaftes ist durch Anordnung von Lederstulpen k vorgebeugt. Der in Bronzebüchsen l gleitende und selbst mit einer Bronzehülse bekleidete Nadelschaft kann durch eine Hochdruck-Fettschmierbüchse m geschmiert werden. Zum Schutze des Schaftes wird zweckmäßig der ganze zwischen den Führungsbüchsen l gelegene Hohlraum mit Fett ausgefüllt. Der Nadelschaft trägt an seiner Verlängerung ein steiles Flachgewinde und am Ende einen Bolzen n, über den der Kolben zur selbsttätigen Öldruckregelung geschoben ist.

Regelung der Nadel.

Mechanische Handregelung, s. a. Abb. 18. An den Zuleitungskrümmer ist gleichachsig zur Nadel unter Zwischenschaltung einer Laterne das zweiteilige Gehäuse für die Handregelung angeschraubt. Diese besteht aus Handrad mit Schnecke und dem sich lose auf einem Halse des Gehäuses drehenden Schneckenrade o, s. auch Abb. 17, das Kupplungsklauen trägt. Die Gegenkupplung p ist mit Feder und Nut auf einer Mutter längsverschiebbar angeordnet. Die Mutter umschließt die steilgängige nicht selbstsperrende Spindel und wird in einem leicht beweglichen Kugeldrucklager gestützt. Mittels eines Bügels kann die Gegenkupplung aus- und eingerückt werden. Im ausgerückten Zustand kann sich bei einer Längsbewegung der Nadel — wegen Steilgängigkeit der Spindel — die Mutter samt Kuppelhälfte frei am Platze drehen. Der Bügel wird unten durch einen kleinen federbelasteten Öldruckkolben q gesteuert. Ist im Raume r Öldruck vorhanden, so wird die Spannung der Feder überwunden; die Kupplung ist ausgerückt. Andernfalls wirkt die Federspannung allein, die Feder drängt den kleinen Kolben zurück, und die Kupplung wird eingerückt. Von Hand kann sie dadurch eingerückt werden, daß der Raum r durch die angebaute Steuervorrichtung mittels des Handrädchens s drucklos gemacht wird.

Selbsttätige Regelung der Nadel und Nadelservomotor. Der am freien Ende des Nadelschaftes aufgesetzte Kolben t ist ein Differentialkolben. Der äußere Ringraum u steht unter gleichbleibendem Druck; die Nadel hat somit stets Neigung zum Schließen. Ein zu rasches Entleeren dieses Raumes, z. B. wenn die Pumpe drucklos werden sollte, wird durch ein Kugel-Rückschlagventil verhindert. Der innere Raum v, der durch die volle Kolbenfläche (abzüglich Nadelschaft-Querschnitt) abgeschlossen wird, steht unter gesteuertem Druck. Die Steuerung ist nach Art einer Dampfmaschinensteuerung am Öldruckzylinder angeordnet, s. a. Abb. 19. Der Kolbenschieber, mit einem inneren, eine Drosselstrecke enthaltenden Stift versehen, stützt sich rechts mit einer Rolle gegen eine Kurvenbahn, die von der Ablenkersteuerung bewegt wird. Drängt diese bei Vergrößerung der Kraftentnahme, also bei Verminderung der Umlaufzahl, den Kolbenschieber nach links, so wird die volle Kolbenfläche des Servomotors bei v unter Druck gesetzt und die Nadeldüse geöffnet. Diese Bewegung ist infolge der Drosselung im Stift gehemmt, so daß die Zeit für die volle Öffnung der Düse 20 s beträgt. Bei Vergrößerung der Umlaufzahl entfernt sich die Kurvenbahn, und der Kolbenschieber folgt, indem er den Raum v durch Drosselkanäle am Schieberumfang mit dem Ablaufraum verbindet. Der Servomotorkolben bewegt sich dann unter dem überwiegenden Druck im Raume u nach links, und die Nadel schließt die Düse langsam, und zwar ist die Schließzeit für den vollen Nadelhub auf 40 s bemessen. Durch das Schließen verringert sich die Drehzahl; der Kolbenschieber kehrt unter dem Drucke der Kurvenbahn zurück und erreicht seine Mittelstellung wieder, sobald sich die Kraftzufuhr der -entnahme angepaßt hat, d. h. die normale Drehzahl erreicht ist. An einer Skala Sk, Abb. 17 und 18, kann die jeweilige Stellung der Nadel (der Nadelhub) und an einem Manometer die Größe des Öldruckes im Raume für gesteuerten Druck abgelesen werden.

Einstellung der Nadel durch Handrad und Öldruck. Statt die Arbeitsleistung der mechanischen Handregelung aufzubringen, kann es erwünscht sein, die Verstellung zwar von Hand, aber mittels des Nadelservomotors vorzunehmen. Dies wird dadurch ermöglicht, daß die Stange w, Abb. 17 und 18, während des Betriebes verstellbar gemacht ist. Zu diesem Zweck ist w am Anschluß zum Kurvenbahnhebel zwischen Stellringen gehalten, durch ein Handrädchen drehbar angeordnet. Das andre Ende ist als Spindel ausgebildet, die in eine am Antriebhebel drehbar gelagerten Mutter durch Drehen des Handrädchens hinein- oder herausgeschraubt werden kann. Sollte natürlich der Ablenker in einer solchen Stellung steht, daß der Strahl nicht vollständig freigegeben ist, kann mittels dieser Einrichtung nur von dieser Stellung aus bis auf null reguliert werden. An einer zweiten Teilung ist die Stellung des Ablenkers daher sichtbar gemacht.

Regelung des Ablenkers.

Der Ablenker wird von Hand durch das große Handrad X eingestellt, dessen Nabe als Mutter ausgebildet ist und eine Spindel in axialer Richtung verschiebt. Infolgedessen erfährt der angeschlossene Hebel und die Kurbelwelle y eine Drehbewegung, die sich durch Gestänge auf die Ablenkerwelle z und den Ablenker i überträgt. Da der Ablenkerservomotor an dieser Bewegung teilnehmen muß, so ist dafür zu sorgen, daß während dieser Zeit kein Druck auf dem Servomotorkolben ruht, oder daß ein solcher vorher ausgeschaltet wird. Zu diesem Zwecke dient ein besonderes Öldruck-Ablaßventil E, Abb. 18. Die Handregelung ist zwar so stark gebaut, daß man unter Aufwendung einer entsprechenden Kraft auch gegen den unter Druck stehenden Servomotorkolben aufkommen könnte.

Diese Handregelung hat einen doppelten Zweck; einmal dient sie in Verbindung mit der mechanischen Handregelung der Nadel als willkommener Freilaufverschluß bei stillstehender Turbine, z. B. zum Entleeren der Rohrleitung, zum Prüfen der Hauptabsperrung bei vollgeöffneter Düse usw., anderseits als Sicherheitsorgan. Es ist möglich, mit ihr in Fällen der Gefahr, z. B. bei Ausbleiben des zur selbsttätigen Steuerung erforderlichen Drucköles, oder bei Beschädigung des Fliehkraftpendels usw., den Ablenker zu senken und so ein Durchbrennen der Turbine zu verhindern bei gleichzeitigem Schutze der Rohrleitung gegen Druckstöße.

Selbsttätige Regelung des Ablenkers. Der Ablenker wird für gewöhnlich durch einen normalen Öldruckregler nach der Bauart der liefernden Firma betätigt, der sich in Servomotor, Geschwindigkeitsregler, Öldruckpumpe und Sicherheitsvorrichtungen gliedert.

Der Servomotor besteht im wesentlichen aus einem Differentialkolben, dessen kleinere Fläche A unter gleichbleibendem Wasserdruck steht, und dessen größere Fläche B mit dem gesteuerten Öldruck b-

Abb. 17. Düsenapparatur der Ritom-Turbine.

…tet wird. Dazwischen bewegt sich ein Kolben von mittlerem …urchmesser im drucklosen Raum und dient als Führung. Ferner …hen der Ringraum und der Differentialkolben C ebenfalls unter …m vollen Wasserdruck mit der Aufgabe, den Ablenker erst…alig mindestens so weit anzuheben, wie es für den Leerlauf …r Maschine nötig ist. Das zur Steuerung gebrauchte Druck…asser wird der Hauptrohrleitung hinter dem Glockenventil ent…mmen und in Filtern gereinigt.

Die Kolbenflächen des Servomotors sind so bemessen, daß …e größere B, mit Öldruck von rd. 7 at belastet, der kleineren A …züglich der Ringfläche bei C, beide unter Wasserdruck von …) at stehend, ungefähr das Gleichgewicht hält. Der Öldruck …r Pumpe ist daher für den Betrieb auf etwa das Doppelte, …i. 15 at, eingestellt. Der Druckwasserzylinder besteht aus …ahlguß und ist mit einem Kupferhemd gefüttert. Der Kolben …steht aus Bronze; er ist abgedichtet durch Lederstulpen, wo…gen der ins Freie führende Schaft durch eine Packung von …etallringen gleitet, die durch eine Überwurfmutter dichtend zu…sammengepreßt werden. Eine Hochdruck-Fett…chmierbüchse dient zum Schmieren der Metall…ichtung. Der mittlere Kolben wird mit Tropf…l geschmiert.

In der Mitte des Servomotorkolbens ist …in schwingender Zylinder eingebettet und …it der Kurbelwelle y verbunden. Die Kurbel…elle tritt ins Innere des Radgehäuses und …berträgt ihre Bewegung durch Hebel und Pleuel…tange auf den Ablenker. Die Bewegung der …tange w für die Kurvenbahn des Nadelservo…otors, Abb. 17, wird nicht, wie in Abb. 18 …ezeichnet, über die Ablenkerwelle z, sondern …nmittelbar von der Kurbelwelle y durch einen …urbel- und Stangentrieb abgeleitet.

Im Ablenker-Servomotor, Abb. 16, steht der Ringraum um …en Kolben C ständig unter Wasserdruck, Kolbenfläche A da…gen nur nach Durchfließen des Einlaßventils D, dessen Ausfüh…ung nahezu mit der für die Hauptabsperrung benutzten und an …er Hand von Abb. 6 bis 8 beschriebenen übereinstimmt. Aus…enommen ist das mit D verbundene Handrad, das dazu dient, den …entilkegel hinunter zu ziehen, sobald er der hydraulischen Vor…steuerung nicht Folge leisten sollte, damit unter allen Umständen …ruckwasser auf die Kolbenfläche A geleitet und damit der Ab…enker gesenkt werden kann.

Am Ende des Öldruckzylinders ist ein Ölablaßventil E an…ebaut, dessen durch den vollen Wasserdruck gehobener kleiner …olben einen Ölausflußkanal geschlossen hält, solange der Ven…ilkegel die obere Höhlung dieses Kolbens verschließt; wird …er Ventilkegel gelüftet, so vermag das Drucköl durch die Höhlung …nd durch Bohrungen in den Ablaufraum zu gelangen. Bei Aus…bleiben des Wasserdruckes senkt sich der kleine Kolben und gibt …benfalls den Weg zum Ablauf frei. In beiden Fällen wird der Druck auf Kolben B aufgehoben, so daß der Ablenker durch Wasserdruck oder von Hand leicht abgesenkt werden kann.

Der Geschwindigkeitsregler bildet mit der Steuervorrichtung für den Ablenker-Servomotor ein Ganzes und besteht aus Federpendel, Steuerventil, Rückführung, Drehzahl-Verstellvorrichtung, Einrichtung zur Änderung der Ungleichförmigkeit, Dämpfung und Ölbehälter.

Federpendel. Die unten an den tonnenförmigen Schwunggewichten sitzenden Walzen sind am Umlaufkörper mittels dünner Stahlbänder aufgehängt, an denen sie sich auf- oder abrollen können, und tragen die durch Feder belastete Pendelmuffe mit ebensolchen Stahlbändern, die sich ebenfalls auf- oder abrollen und dadurch die Pendelmuffe heben oder senken. Der Feder der Pendelmuffe kann in Ruhestellung mittels Spindel und Mutter die erforderliche Spannung erteilt und damit die Drehzahl auf mindestens ± 5 vH zur normalen eingestellt werden. Eine Teilung mit Zeiger gestattet, die Federspannung und die eingestellte Umlaufzahl auch während des Ganges der Maschine abzulesen. An der Pendelmuffe hängt mit Kreuzgelenken und Stange der Steuerschieber F, der also mit umlaufen muß.

Das Pendel wird durch im Ölbad umlaufende Schraubenräder angetrieben, die Schraubenradwelle ist bis zum Turbinengehäuse verlängert. Ein geschmeidiger Riemen, durch Lenixspannrolle gestrafft, überträgt die Drehbewegung der Turbinenwelle über die Antriebrolle der Schraubenradwelle auf den Umlaufkörper. Das Federpendel ist als Ganzes durch eine Glocke mit Deckel öldicht umschlossen.

Das Steuerventil besteht aus drei Teilen: dem umlaufenden Steuerschieber F, der durch die Rückführung bewegten und durch sie an der Drehung verhinderten Rückführbüchse G und dem Schiebergehäuse. Der Raum H steht unter gleichbleibendem Öldruck von normal 15 at; der Raum J enthält den gesteuerten Öldruck, der auf die große Kolbenfläche B wirkt, und der obere Raum steht mit dem Ölablauf in Verbindung.

Nimmt nun z. B. die Energieentnahme aus dem Stromerzeuger ab, so steigt die Drehzahl, und der umlaufende Steuerschieber F wird gehoben. Das Öl kann aus dem Raum J in den Ablaufraum gelangen, wogegen dem Drucköl der Zutritt aus dem Druckraum H in den Raum J abgesperrt ist. Der Servomotorkolben wird infolgedessen wegen Überwiegens des Wasserdrucks im Sinne des Schließens verschoben. Der den Strahl nahezu berührende Ablenker taucht ein entsprechendes Stück in den Strahl ein und blendet ihn ab. Gleichzeitig wird aber auch durch das Verbindungsgestänge und die Stange w die Kurvenbahn am Steuerschieber des Nadelservomotors in Bewegung gesetzt, und zwar in dem Sinne, daß die Nadel geschlossen wird. Da aber die Schlußzeit des Ablenkers sehr viel kleiner ist als die der Nadel (2 gegen 40 s), so wird die Geschwindigkeitsregelung beim Schließen fast vollständig von der Ablenkerregelung bestritten.

Abb. 18. Schema der Regelung der Ritomturbine.

Wird dagegen der Stromerzeuger höher belastet, was eine Drehzahlverminderung und ein Sinken des Steuerschiebers zur Folge hat, so tritt Drucköl in den Raum für gesteuerten Druck, während der Ablaufraum vollständig abgesperrt wird. Der Kolben des Ablenkerservomotors macht jetzt die umgekehrte Bewegung, und der Ablenker entfernt sich vom Strahl. Die Nadel übernimmt hierbei den Hauptanteil der Geschwindigkeitsregelung allein.

Die Drosselstrecken in der Steuerung des Nadelservomotors sind so bemessen, daß die Nadel in 22 s die Düse ganz zu öffnen vermag, während die Schließzeit 40 s beträgt. Der Ablenker dagegen gibt in 6 s dem vollen Strahl seine Bahn frei und blendet ihn in 2 s, d. h. ⅓ der vorigen Zeit, vollständig ab.

Die Rückführung vollzieht sich in der folgenden Weise: Die Rückführbüchse G, die oben dem Steuerschieber F zum Unterbrechen des Reguliervorganges nachgeführt wird, umschließt mit der unteren Verlängerung ein Kugelgelenk, das über den

Abb. 19. Steuerschieber zum Nadelservomotor. Mittelstellung.

schräg ansteigenden Schaft K gestreift ist. Dieser bildet ein Stück mit dem kleinen Tauchkolben L, der in einer exzentrisch zu ihm gelagerten Büchse M wagerecht geführt und am andern Ende gelenkig an einer Kappe N befestigt ist. N ist drehbar, aber durch eine Spannmutter festgehalten, in einem Ring der Schwinge eingebettet, die durch Schubstange und Zapfen die Bewegung des Servomotorkolbens aufnimmt und mitmacht. Durch die schräge Lage des Schaftes K wird die Rückführbüchse G bei einer Schließbewegung des Ablenker-Servomotors gehoben, d. h. ihre Bewegung ist gleichsinnig mit der voraufgegangenen Bewegung des Steuerschiebers F. Die Schließbewegung des Servomotors wird also unterbrochen. Bei einer Öffnungsbewegung tritt derselbe Vorgang, aber in umgekehrter Richtung ein. Ein Zeiger der beweglichen Schwinge zeigt an einer Teilung die jeweilige Servomotor- und Ablenkerstellung an. Im Prinzip stimmt diese Steuerung mit der in Z. 1910 S. 1841 und 1913 S. 561 beschriebenen des Verfassers überein, mit dem einzigen Unterschiede, daß bei letzterer der Steuerschieber nicht umläuft, und daß sie außerdem mit Vorsteuerung versehen ist, letzteres zu dem Zwecke, das Pendel nach Möglichkeit zu entlasten.

Änderung der Umlaufzahl während des Ganges. Abgesehen von der erwähnten Einrichtung, mit der durch stärkeres oder schwächeres Spannen der Pendelfeder — allerdings nur bei Stillstand der Turbine — eine Drehzahländerung erreicht werden kann, ist noch eine zweite Vorrichtung vorhanden, die gestattet, die Drehzahl auch während des Ganges zu verstellen.

Dies ist dadurch möglich gemacht, daß von dem gesamten 20 mm betragenden Pendelhub nur ⅓, d. s. 6,5 mm, für einen vollen Servomotorhub ausgenutzt werden. Es stehen somit noch 13,5 mm des Pendelhubes für die beabsichtigte Drehzahländerung zur Verfügung. Da die 20 mm Pendelhub einem gesamten Ungleichförmigkeitsgrad des Pendels von 20 vH entsprechen, wovon 6,5 vH (in Wirklichkeit sogar nur 5 vH) in Anspruch genommen werden, so bleiben also noch 13,5 vH zur Verstellung übrig.

Um diese 13,5 vH auszunützen, braucht man nur die Rückführbüchse G in eine solche Höhenlage zu bringen, daß sie mit dem freigelassenen Teil des Pendelhubes zusammenarbeiten kann. Deshalb ist der Kolben L in der 6,5 mm exzentrisch gelagerten Büchse M eingebettet. Durch Drehen dieser Büchse um 180° kann der Kolben und damit der Schaft bis zu 13 mm oder ⅔ des Pendelhubes gehoben oder gesenkt werden. Die Rückführbüchse kann also etwa in 3 Mittellagen arbeiten, die den Höhenlagen 0, 6,5 und 13 mm entsprechen, und von jeder Mittellage aus kann außerdem noch — wegen der Schräge des Schaftes — die Ungleichförmigkeit des Pendels im Bereiche von ± 3,25 vH ausgenutzt werden, womit also eine Gesamtverstellbarkeit von ± 10 vH erzielt wird.

Praktisch ist die Aufgabe so gelöst worden, daß die Büchse M durch ein Handrädchen und Schneckentrieb gedreht wird. Hierzu kann aber auch unter Zwischenschaltung eines

Abb. 20. Freistrahlturbine des Ritomwerks, Düsensteuerung

weiteren Vorgeleges und einer Rutschkupplung ein klei[ner] Elektromotor benutzt werden, der vom Schaltbrett aus ein[ge]schaltet wird.

Einrichtung zur Änderung der Ungleic[h]förmigkeit während des Ganges. Zur Regelung ei[ne]s vollen Kolbenhubes werden bis zu ⅓ des Pendelhubes = 6,5 m[m] gebraucht, entsprechend einer Ungleichförmigkeit von 6,5 vH. A[us] diesem Grunde hat der die Rückführung besorgende Schaft K e[ine] Steigung von insgesamt 6,5 mm. Wenn nun diese Ungleichförm[ig]keit verringert werden soll, so muß die Schräge des Schaftes v[er]mindert werden, was darauf hinauskommt, daß man sich [fü]r einen vollen Servomotorhub mit weniger als ⅓ des Pendelhub[es] begnügt. Mechanisch vollzieht sich dies in einfachster We[ise] dadurch, daß man Kolben L samt Schaft relativ zur Büchse [M], d. h. um deren Achse, etwas verdreht. Zu diesem Zweck wird [der] Kolben L durch die in dem Schwingenring gelagerte Kappe [N] gedreht.

Z. B. wird eine Verdrehung um 90° bewirken, daß Steigu[ng] des Schaftes und Ungleichförmigkeit sich auf Null vermind[ern]. Der Betrieb im Ritomwerk hat gezeigt — allerdings auch dank [des] großen GD^2, daß man den Ungleichförmigkeitsgrad unbedenkli[ch] auf Null herabmindern kann, ohne Pendelungen befürchten [zu] müssen. Zur bequemen Parallelschaltung ist jedoch eine dauern[de] Einstellung auf ungefähr 3 vH Ungleichförmigkeit erwünscht u[nd] praktisch.

Zur Dämpfung des Reglers gegen peri[o]dische Schwingungen ist zwar das bekannte Prinzip d[er] Flüssigkeitsbremse mit federbelastetem Dämpfungskolben beib[e]halten, jedoch ist keine besondere hydraulische Rückführung me[hr] notwendig, da der zylindrische Teil L des Rückführschaftes au[ch] noch als Tauchkolben arbeitet, außerdem aber auch der Steu[er]schieber F und die Rückführbüchse G. Um dieses Spiel d[er] Tauchkolben zu ermöglichen, ist der ganze Raum O mit Öl gefül[lt] und der Ölkatarakt oder Dämpfungskolben bildet seinen elas[ti]schen Verschluß. Dieser Katarakt besteht aus dem öldic[ht] schließenden Kölbchen P, das durch den Druck zweier sehr leic[ht] gespannter Federn in der Schwebe gehalten wird.

Daneben befindet sich die durch eine Schraube einstellba[re] kleine Kataraktöffnung. Solange der Steuerschieber nur ei[ne] kleine Bewegung ausführt, wird das Öl durch die Kataraktöffnu[ng]

Abb. 21. Regler der Ritomturbine.

weichen oder nachströmen. Bei einem großen Ausschlag des ndels, z. B. nach unten, wäre diese Dämpfung zu heftig, weslb in diesem Falle der Dämpfungskolben P gehoben wird. eses Ansteigen wird durch die Bewegungen der Rückführhse G und des Rückführkolbens L noch verstärkt. Andererts drängt L auch den Steuerschieber zurück und unterstützt durch wirksam die mechanische Rückführung. Die umgekehrten wegungen treten ein bei einem Ausschlag von Pendel und euerschieber nach oben. Grundsätzlich wirken also zwei Rückhrungen: eine rein mechanische und eine hydrausche, wobei die letztere als die empfindlichere der andern mer vorauseilt.

Der Ölbehälter, gleichzeitig als Unterbau für den Regler nend, sammelt sämtliches Öl, das in den Reglerservomotoren braucht wird. Er ist mit zwei während des Betriebes auschselbaren Ölfiltern versehen. Die Temperatur des Öles kann rch Kühlrohrschlangen auf der erforderlichen Betriebstempeur gehalten werden. Ein nicht gezeichneter Schwimmer mit nge gestattet die Kontrolle des Ölstandes während des triebes.

Als Öldruckpumpe wird eine durch Riemen mit Lenixannrolle angetriebene ventillose Umlaufkolbenpumpe benutzt, e sich durch Einfachheit und geringen Platzbedarf auszeichnet, auch Abb. 14 und 15. Der Betriebsdruck der Pumpe beträgt at, kann aber leicht auf 20 und mehr gesteigert werden. Unttelbar aus dem Ölbehälter schöpfend, versorgt sie den Ablenkere den Nadelservomotor mit Drucköl.

Zur Pumpe gehörig ist auch das am Gehäuse des Steuerntils angeschlossene Überström- oder Sicherheitsventil Q zu rachten, das als federbelastetes Differenzialkolbenventil ausgedet ist. Die Federspannung und damit der Öldruck kann durch ne Schraube während des Betriebes eingestellt werden. Das attern des Ventils wird durch einen kleinen Katarakt verhindert. s von der Steuerung nicht verbrauchte Öl kehrt nach Durchßen des Sicherheitsventils durch eine Leitung unmittelbar in n Ölbehälter zurück.

Sicherheitsvorrichtungen.

1. Gegen Überschreiten einer höchsten rehzahl. Gegen Durchbrennen ist jede Turbinendynamo rch einen Sicherheitsregler geschützt. Hervorzuheben ist, daß e ganze Einrichtung teils in der die Ölpumpe treibenden Riemenheibe, teils am Verdeck der Pumpe so untergebracht werden nnte, daß ihr Raumbedarf gleich Null ist.

Die Einrichtung besteht aus einem im Innern der Riemenheibe drehbar angeordneten Schwunghebel R, der durch Feder d Anschlag bei normaler Drehzahl festgehalten wird. Steigt e Drehzahl über ein vorgeschriebenes Maß hinaus, so schwingt r Hebel nach außen und schlägt den Stützhebel des federlasteten Stiftes S zurück, wodurch der Stift nach unten gleitet. erdurch wird ein elektrischer Kontakt für zwei Stromkreise schlossen, und die beiden in diese Stromkreise eingeschalteten lenoide treten in Tätigkeit. Das eine Solenoid (k in Abb. 5 u. 9) llt den Steuerhebel des Hauptabsperrventils auf „Schließen", s andere den Steuerhebel des Wasserdruck-Einlaßventils D, b. 18, auf „offen". Nach dem Schließen des Hauptabsperrntils verschwindet auch der Wasserdruck auf dem Kölbchen s Öldruck-Auslaßventils E; dieses öffnet sich, so daß der auf m Kolben A lastende Wasserdruck keinen Widerstand am Öl hr findet; der Ablenker-Servomotor schließt, der Ablenker ndet ab.

Der Stift S kann auch jederzeit von Hand durch einen uckknopf niedergedrückt werden. Mit einem einzigen Knopfuck kann somit die Maschine außer Betrieb gesetzt werden. e Solenoide können auch vom Schaltbrett aus in Tätigkeit gezt werden, wodurch dieselbe Wirkung erzielt wird.

2. Bei Ausbleiben des Öldrucks. In diesem Falle senkt sich wiederum der Ablenker infolge Überwiegen des Wasserdrucks auf den Kolben A. Die Nadel wird durch die mechanische Handregelung geschlossen, nachdem vorher die Steuervorrichtung durch das Handrädchen s auf Handregelung eingestellt worden ist.

3. Bei Abfallen des Pendelriemens löst die in diesem Falle selbsttätig ausschwingende Lenixrolle die Sperrung bei T aus. Das Gewicht V sinkt nach unten und lüftet das kleine Kolbenventil, wodurch der Raum J für gesteuerten Druck mit dem Ablauf in Verbindung tritt und somit auch der Raum B drucklos wird. Der Ablenker blendet infolgedessen wiederum den Strahl ab; die Nadel wird wie unter 2. geschlossen.

Weitere Sicherheitsvorrichtungen bestehen darin, daß bei Verschwinden des Öldrucks oder des zur Steuerung erforderlichen Druckwassers ein Glockensignal ertönt. Dies wird erreicht durch Schließen des Stromkreises einer Glocke, indem der in solchen Fällen zurückschwingende Manometerzeiger einen Kontakt berührt (Kontaktmanometer). Zur ständigen Kontrolle des Öl- und Wasserdrucks und der Drehzahl sind endlich die notwendigen Manometer und das Tachometer an gut übersichtlicher Stelle angeordnet.

Freistrahlbremse.

Bei abgeblendetem Strahl verstreicht eine Zeit von ungefähr 60 Minuten, bis die anfänglich mit 333⅓ Uml./min und mit $GD^2 = 425\,000$ mkg umlaufende Maschinengruppe zur Ruhe kommt. Eine Wartezeit von dieser Dauer bis zur Wiederinbetriebsetzung des betreffenden Maschinensatzes ist nicht zulässig. Es war daher notwendig, eine Vorrichtung einzubauen, die die Auslaufzeit erheblich kürzt.

Diese Vorrichtung U, Abb. 18, besteht in einer Düse von 25 mm l. W., durch die ein Strahl unter 80 at Betriebsdruck auf die Schaufelrücken gerichtet wird, d. h. in einer der Drehbewegung entgegengesetzten Richtung. Durch dieses Mittel wird Stillstand der Turbine in ungefähr 3 Minuten erzielt.

Die Durchflußmenge dieser in der Radebene gelegenen Düse wird durch eine seitlich an das Turbinengehäuse angebaute Absperrvorrichtung geregelt, an die sich eine zur Hauptrohrleitung führende 100 mm weite Zuleitung anschließt, s. a. Abb. 1 und 9. An der Entnahmestelle, die so gewählt ist, daß auch bei geschlossener Hauptabsperrung Druckwasser für die Stillstandbremse entnommen werden kann, ist als weiterer Verschluß ein Schieber mit Umlaufleitung angebracht.

Die Absperrvorrichtung an der Bremsdüse ist im Grunde ähnlich der des Hauptabsperrventils gebaut. Auch hier schiebt sich eine Glocke dichtend über einen zylindrischen, von Rippen getragenen Kern, so daß ein Hohlraum entsteht, der durch Bohrungen in den Rippen beständig mit dem Ablauf in Verbindung steht. Im weitern ist die Glocke als Differentialkolben ausgebildet, dessen große Fläche unter gesteuertem Druck und dessen Ringfläche unter vollem Druck steht. Zur Steuerung dient der früher erwähnte kleine Steuer-Kolbenschieber l, Abb. 5 und 9, der mit der Steuerung für den Hauptverschluß vereinigt ist.

Durch einen aus U hervorragenden Stift und einen Seilzug wird die Bewegung dieses Verschlusses an dem Schaltstand, Abb. 4, sichtbar gemacht, und zwar ist dieser Indikator genau gleichartig wie der für die Hauptabsperrung gebaut und angeordnet, was eine bequeme Bedienung der beiden Steuerungen gestattet.

Eine Turbinen- und Reglergruppe ist in Abb. 20 und 21 wiedergegeben.

Für die Erlaubnis zur Veröffentlichung und Überlassung der Unterlagen sei sowohl den Schweizerischen Bundesbahnen wie auch der liefernden Firma an dieser Stelle mein Dank ausgesprochen. [1469]

uskleidung von Stollen mit fertigen Betonringen.

Beim Bau einer Wasserkraftanlage in Kalifornien wurden drei Stollen n insgesamt 180 m Länge durch wasserdurchlässige Schichten geeben, so daß man, um Wasserverluste zu vermeiden, die Stollen ausiden mußte. Die Stollen sind oval, haben 1,36 m lichte Höhe, 1,06 m ißte Breite und 0,6 m Sohlenbreite. Die Stollenzimmerung wurde nur r schwach gehalten und so angelegt, daß die später einzubringenden tonringe ohne weiteres leicht aufgestellt werden konnten. Die Betonge wurden auf dem Bauplatz aus je zwei Betonstücken zusammensetzt, die das halbe Stollenprofil, mit Ausnahme des Bodens, ausllten; die Stücke sind rd. 90 cm lang bei 15 cm Wanddicke und 138 kg wer. Die aneinanderstoßenden Ringe haben V-förmige Ansätze und tsprechende Aussparungen, so daß die Ringstücke gut ineinanderifen. Die Fugen zwischen je zwei Ringen wurden durch Auseichen mit Zement gedichtet, und als Sohle wurde eine 15 cm ke Betonschicht eingebracht. Die sehr schwach gehaltene ollenzimmerung wurde nicht entfernt. Die Zwischenräume zwischen n Betonringen und dem anstehenden Gestein wurden mit Erde gefüllt d festgestampft. („Der Bauingenieur" 15. April 1923) [M 414] Sd.

Die Illerkraftwerke.

Der Bezirksverband oberschwäbischer Elektrizitätswerke läßt von den Wasserkräften der Iller zwei Stufen ausbauen. Das obere Kraftwerk in der Höhe von Thannheim ist bereits fertig, während die Anlagen für die untere Stufe bei Unteropfingen noch im Bau sind. Das Stauwehr bei Mooshausen besteht aus zwei je 30 m langen Walzen mit 3,5 m und zwei je 10 m breiten Rollschützen mit 5 m Stauhöhe. Auf dem linken Ufer führt ein 5,6 km langer Oberwasserkanal zum oberen Krafthaus, vor dem ein kleines Speicherbecken für Tagesspitzen ausgehoben ist. Das Maschinenhaus enthält drei stehende Turbinen von je 3850 PS bei 16,6 m Gefäll und 22 m³/s Schluckfähigkeit, die mit Stromerzeugern in Schirmanordnung gekuppelt sind. Die Dynamospannung wird von 5000 auf 55 000 V heraufgesetzt.

Der 6,7 km lange Kanal vom Kraftwerk Thannheim nach dem unteren Maschinenhaus ist noch im Bau. Die Leistung dieses Werkes wird ein wenig größer. Im Mittel können beide Werke 10 000 kW leisten; die Jahresarbeit beträgt 40 bis 50 Mill. kWh. Unterhalb des Unteropfinger Werkes, das 1923 in Betrieb kommen soll, ist ein Ausgleichbecken vorgesehen. („Die Wasserkraft" 15. April 1923) [M 413]

Versuche an der Kaplan-Turbine.

Mitteilung des Kaplan-Turbinen-Konzerns.[1])

Nach Mitteilungen über die Konstruktion und den Einbau der Versuchsturbine sowie die Versuchseinrichtung wird über die Ausführung und die Ergebnisse der Versuche berichtet. Sie gestatten noch kein abschließendes Urteil, es sind vielmehr noch weitere Versuche erforderlich, schon allein zur Abgrenzung des Verwendungsgebietes der Kaplan-Turbine. Zum Schluß wird — entgegen verschiedenen Veröffentlichungen — auf die Rechtsgültigkeit der Patente Professor Kaplans verwiesen.

In der Zeit vom 30. Juli bis 4. August 1921 haben in Brünn in der Versuchsanstalt der Firma Ignaz Storek im Beisein der Vertreter des Deutsch-Schweizerischen Kaplan-Konzerns Versuche mit einer Kaplan-Turbine von 300 mm Laufraddurchmesser und stehender Welle stattgefunden, deren Durchführung im Vertrag dieses Konzerns mit Prof. Dr. Kaplan vorgesehen war. Über die Ergebnisse dieser Versuche ist bereits von verschiedenen Seiten in der Öffentlichkeit berichtet worden. Es soll hier nur festgestellt werden, daß dabei die Vertreter der Konzernfirmen, obwohl sie an den Ablesungen teilgenommen haben, keinen Einfluß auf die Auswertung und Beurteilung der Versuche hatten, sondern diese vertragsmäßig allein dem Unparteiischen, Prof. Dr. Meixner in Brünn, zustand.

Im Januar 1921 hatte die Firma J. M. Voith in Heidenheim von ihrer Schwesterfabrik in St. Pölten den Auftrag erhalten, eine Kaplanturbine herzustellen und zu untersuchen. Der Zweck dieser Untersuchung war, festzustellen, ob eine Kaplanturbine, die mit der in einer gut eingerichteten Werkstatt üblichen Sorgfalt hergestellt wird, brauchbare Wirkungsgrade ohne nachträgliche Änderung an den Schaufeln, also ohne sogenannte Adjustierung, ergibt. Außerdem sollten noch alle diejenigen Betriebseigenschaften dieser Turbine ermittelt werden, deren Kenntnis für die Fabrikation und den Verkauf unbedingt erforderlich ist. Für die Ausführung dieser Versuchsturbine stellte die Firma Voith in St. Pölten die Zeichnung eines Laufrades zur Verfügung, die sie im Januar 1921 von Prof. Kaplan erhalten hatte. Um möglichst schnell voranzukommen, war die Versuchsturbine, den Wasser- und Gefällverhältnissen der Modell-Versuchsanstalt Brunnenmühle entsprechend[2]), zunächst mit 250 mm Laufrad-Dmr. ausgeführt worden. Gleichzeitig schritt man aber unter Benutzung derselben Unterlagen zur Ausführung einer Turbine mit 700 mm Laufrad-Dmr., um solche Abmessungen und eine so große Leistung zu erhalten, daß die in mechanischer und hydraulischer Beziehung unvermeidlichen Ungenauigkeiten eine möglichst geringe Wirkung auf das Endergebnis haben. Mit der Untersuchung dieser Turbine in der Versuchsanstalt in Hermaringen konnte im Juni 1921 begonnen werden, und die erhaltenen Versuchswerte bildeten zunächst die Grundlage für das Weiterarbeiten des Kaplan-Konzerns.

Versuchsturbine und Einbau.

Prof. Kaplan hatte den Schaufelplan für einen Laufrad-Dmr. von 300 mm, $n_s = 800$ und $z = 4$ Schaufeln ausgeführt und mit Bezug auf diese Zeichnungen ausdrücklich angegeben, daß eine Vergrößerung bis zu 1040 mm zulässig sei; das ausgeführte Versuchslaufrad liegt also innerhalb dieser Grenzen.

Die Nabe des Laufrades wurde in Gußeisen, die Schaufeln selbst in Bronze hergestellt. An der Ein- und Austrittskante wurden die Schaufeln entsprechend der Zeichnung gut zugeschärft, im übrigen aber ist ihre Oberfläche nur mit Hilfe einer Schmirgelscheibe geglättet worden. Die Schaufeln sind in der Nabe drehbar eingesetzt und können gemeinsam durch eine Muffe eingestellt werden, die unmittelbar oberhalb des Führungslagers auf dem Turbinendeckel sitzt. Das Leitrad hat acht Schaufeln, deren Form den Angaben Prof. Kaplans entspricht, und die mit ihren Spitzen über den äußeren Durchmesser des Laufrades hereinragen.

Um zunächst jeden ungünstigen Einfluß auf die Wasserzu- und -abführung auszuschalten, wurde die Turbine mit stehender Welle und langem, geradem Saugrohr eingebaut. Die Einrichtung der Versuchsanstalt Hermaringen ist in Z. 1909 S. 1829 u. f. genau beschrieben; im folgenden werden daher nur noch die für die vorliegende Messung wesentlichen Einrichtungen kurz erwähnt. Abb. 1 und 2 zeigen den Einbau der Turbine in den Versuchschacht. Die stehende Turbinenwelle ist in je einem Führungslager auf dem Leitraddeckel und unmittelbar unter der Bremsscheibe gelagert. Das auf dem Leitraddeckel befindliche Lager ist als Weißmetallager, das obere als Kugellager ausgeführt. Das Weißmetallager hat eine Fettschmierung derart, daß eine besondere Stopfbüchse zur Abdichtung der Welle nicht erforderlich ist. Zur Aufnahme des Axialschubes befindet sich unmittelbar unter der Bremsscheibe in einem gemeinsamen Gehäuse mit dem Führungslager ein Axialkugellager. Durch diese Lagerung wird ein äußerst leichter Gang der Turbine und die Unabhängigkeit von jeder unkontrollierbaren Reibung erreicht.

Versuchseinrichtung.

Die Leistung wurde mittels einer Bremsscheibe von 600 m… Dmr. und 250 mm Breite abgebremst. Zur Prüfung der Genau… keit des Zusammenbaues sowie der Empfindlichkeit der Bremse… richtung wurde vor jedem Versuch das zum Erzielen eines meßba… Ausschlages an dem Zeiger der Wagschale erforderliche Gewi… bestimmt. Es betrug im höchsten Fall 0,04 kg, d. h. 0,13 …

Abb. 1 und 2. Einbau der Versuch… turbine und Versuch… einrichtung.

---

[1]) Dem Kaplan-Turbinen-Konzern mit dem Sitz in Berlin gehören zurzeit folgende Firmen an: Amme, Giesecke & Konegen A.-G., Braunschweig; Ateliers des Charmilles S. A., Genf; Fritz Neumeyer A.-G., Nürnberg, Abt. Briegleb, Hansen & Co.; Escher, Wyß & Cie., Zürich und Ravensburg; J. M. Voith, Heidenheim a. Brenz und St. Pölten.

[2]) s. Z. 1909 S. 1919 u. f.

d mittleren bzw. 0,66 vH der kleinsten gemessenen Umfangs-
k ft. Die allgemeine Anordnung der Bremseinrichtung geht aus
). 1 bis 3 hervor. Die Bremshebellänge, die vor und nach
jem Versuch geprüft wurde, betrug im Mittel 2008 mm. Die
l fangskraft wurde durch unmittelbare Gewichtbelastung
gessen.

Zur Bestimmung des Gefälles wurde die jeweilige Höhen-
le des Ober- und Unterwasserspiegels an Maßstäben abgelesen,
v denen sich eine mit einem Schwimmer verbundene Marke
b egt. Da diese Schwimmer sich in besonderen Nischen am
I- und Auslauf der Turbine befinden und hier außerdem die
\ ssergeschwindigkeit sehr gering ist, so stellte sich ein außer-
c entlich guter Gleichgewichtszustand ein, so daß ohne Schwie-
ı keit auf ½ mm genau abgelesen werden konnte.

Infolge der großen Trockenheit im Jahre 1921 führte die
I nz nur sehr wenig Wasser, und es mußte dementsprechend
c Gefälle vermindert werden, doch haben Vergleichsmessungen
ı Gefällen bis zu 3,5 m und Saughöhen von rd. 1 m gezeigt,
c3 die gemessenen Werte ohne weiteres auch auf dieses Ge-
fl übertragen werden dürfen.

Da bei dem niedrigen Gefäll außerdem nicht mit dem im
I terwasser eingebauten Überfall gemessen werden konnte, so

Abb. 3. Meßeinrichtung.

rde die Bestimmung der Wassermenge bei sämtlichen Ver-
hen mittels Schirmmessung ausgeführt. Über die Einrichtung
Meßkanals sowie des Schirmes und der zum Aufzeichnen
Geschwindigkeit benutzten Geräte ist bereits früher in dieser
Z tschrift[3]) berichtet worden. Da selbstschreibende Instrumente
wendet worden sind, so ist bei der Wassermessung jeder per-
liche Meßfehler ausgeschlossen.

Zur Bestimmung der Umlaufzahl der Turbine dienten ein
der Turbinenwelle aus mittels eines Bandes angetriebenes
hometer der Firma Dr. Th. Horn, Leipzig, das jedoch nur
Roheinstellung benutzt wurde, und ein mit der Turbinen-
le durch eine biegsame Welle verbundener Umdrehungszähler,
). 3, mit elektrischer Ein- und Ausschaltung. b ist eine
einer Normaluhr verbundene Sekundenuhr, die die Kontakte
die Ein- und Ausschaltung des Umlaufzählers a gibt. Es
also auch bei dieser Ablesung jeder persönliche Meßfehler
geschlossen.

Vor oder nach jedem Versuch wurden sämtliche verwen-
n Geräte geeicht bzw. geprüft. Sowohl bei der Bestimmung
Geschwindigkeit des Schirmes als auch bei der Bestimmung
Umlaufzahl kann ein Meßfehler als ausgeschlossen gelten.
ücksichtigt man ferner, daß die Ablesegenauigkeit bei der
irmgeschwindigkeit 0,05 vH, bei der Umlaufzahl ebenfalls
vH beträgt, daß bei der Gefällmessung die Schwankungen
allgemeinen nur etwa
m betrugen, ein Ab-
fehler von 1 mm aber
0,04 vH des vorhan-
en Gefälles aus-
hen würde, und daß
h bei der Bestim-
ng der Umfangskraft
Unempfindlichkeit
Mittel nur 0,13 vH
rug, so wird aner-
nt werden müssen,
die Meßgenauigkeit
ser Versuche kaum
übertreffen ist.

[3]) Z. 1907 S. 627 und 1909
375.

Ausführung und Ergebnisse der Versuche.

Die Wirkungsgradbestimmung für die beschriebene Anordnung der Turbine wurde in neun Versuchsabschnitten durchgeführt, jeder Abschnitt mit einer bestimmten Stellung der Laufschaufeln. Diejenige Laufschaufelstellung, bei der der Ein- und der Austrittspunkt des äußersten Zylinderschnittes durch die Schaufel in einer Ebene senkrecht zur Turbinenachse liegen, wurde als Nullstellung bezeichnet. Ausgehend von dieser Stellung wurde die Turbine bei einer Verdrehung der Laufradschaufeln um rd. 0°, 4° 24′, 7° 48′, 11° 36′, 14° 55′, 18° 6′, 21° 30′, 25° 8′ und 28° 40′ untersucht, wobei mit zunehmendem Verdrehwinkel auch

Abb. 4. Wassermengen und Wirkungsgrade bei $\varphi = 14° 55'$.

die Schluckfäkigkeit der Turbine zunahm. Bei allen genannten Laufschaufelstellungen wurde dann die Turbine je mit verschiedenen Leitschaufelöffnungen und verschiedenen Umlaufzahlen gebremst. Ein Versuchsabschnitt entspricht also der sonst üblichen vollständigen Untersuchung einer Francisturbine.

Die bei den Messungen erhaltenen Werte mit Ausnahme der für die Verdrehungen der Laufradschaufeln um 21° 30′, 11° 36′ und 4° 24′ sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Die angegebenen Zahlenwerte sind stets Mittelwerte aus 2 oder 3 Ablesungen an sämtlichen Geräten.

In Abb. 4 sind für die Laufschaufelstellung $\varphi = 14° 55'$ die Wassermengen und Wirkungsgrade in Funktion der Umlaufzahlen aufgetragen, und zwar wurden sämtliche Werte auf ein Vergleichgefälle von $H = 1$ m umgerechnet. Der gleichmäßige Verlauf dieser Linien ist ein Beweis für die Genauigkeit der gesamten Messungen und die Güte des bei der Bremsung vorhandenen Gleichgewichtzustandes. In gleicher Weise wie für 14° 55′ wurden auch die für die übrigen Laufschaufelstellungen gemessenen Werte aufgetragen. Aus diesen Kurven ergaben sich für bestimmte gleichbleibend gehaltene Drehzahlen und für jede Laufschaufelstellung Wirkungsgradkurven in Funktion der Wassermenge, wobei die Drehzahl von $n_1 = 230$ Uml./min als normal vorausgesetzt wurde. Diese Wirkungsgradlinien sind für die normale Drehzahl und die genannten neun Laufschaufelstellun-

Abb. 5. Wirkungsgrade für $n_1 = 230$ Uml./min und verschiedene Laufschaufelstellungen.

Zahlentafel 1. Versuchsergebnisse: a_0 Leitschaufelöffnung in mm, φ Laufschaufelwinkel.

$\varphi \sim 28^0\,40'$

	$a_0 = 172{,}5$					$a_0 = 164{,}5$					$a_0 = 154{,}2$					$a_0 = 137$					$a_0 = 100{,}3$			
P kg	24,5	36,5	45,5	54	59	25	35,5	42	50	56	18	27,5	36	44	47,5	8	17	27	35	39,5	6	9	16,5	20
n Uml./min	475,4	420,9	376,8	325,3	292,4	469,3	418,9	371	318,7	287,8	467,4	419,4	371,1	321,6	298,8	467,3	423,1	370,1	318,8	284,6	387	369	319,3	290
N PS	32,7	43	48,1	49,3	48,4	32,9	41,6	43,7	44,6	45,1	23,6	33,5	37,5	39,5	39,7	10,45	20,2	28	31,3	31,5	6,5	9,3	14,8	16,3
Q l/s	2361	2228	2141	2050	2020	2160	2050,5	1950,5	1880	1856	1885	1804	1725	1684	1655	1601	1544	1484,5	1440,5	1409	1092	1073	1045,5	1030
H mm . . .	2419	2430	2435	2442	2438	2397	2405	2410	2415	2412	2404	2415	2427	2435	2438	2450	2463	2476	2485	2474	2549	2544	2552	2549
η vH	42,9	59,6	69,1	73,7	73,8	47,6	63,3	69,7	73,7	75,7	39	57,7	67,3	72,4	74	20	39,8	57,3	65,5	67,8	17,5	25,6	41,65	46,5

$\varphi \sim 25^0\,8'$

	$a_0 = 172{,}5$					$a_0 = 164{,}5$					$a_0 = 154{,}2$					$a_0 = 137$					$a_0 = 100{,}3$		
P kg	27	36,5	45,5	52,5	55	26	35	41	48	52,5	20	28,5	36,5	43,5	46	12	21,5	29	36	39,5	6	13	20
n Uml./min	474,4	421,5	367,8	312,8	291,8	471,9	417,8	367,1	320,3	292,8	473,6	423,3	371,1	316,8	295,4	470,8	417	371,1	321,1	295,2	410,6	371,2	317,5
N PS	35,9	43,1	46,9	46,1	45	34,4	40,9	42,2	43,1	43	26,5	33,8	38	38,65	38,1	15,8	25,1	30,1	32,4	32,7	6,91	13,5	17,8
Q l/s	2149	2034,5	1938	1864	1831	1983	1879	1780	1739,5	1720	1776	1700	1624,5	1578	1558,5	1531	1468,5	1421	1391,5	1368	1076	1058,5	1036,5
H mm . . .	2439	2438	2459	2453	2449	2409	2420	2428	2424	2420	2394	2415	2429	2437	2444	2453	2470	2484	2497	2506	2589	2604	2617
η vH	51,5	65	74	75,6	75,2	54	67,6	73,4	76,7	77,4	46,7	61,7	72,4	75,4	74,9	31,6	52	64	70,3	71,6	18,7	36,9	49,2

$\varphi \sim 18^0\,6'$

	$a_0 = 172{,}5$				$a_0 = 157{,}5$					$a_0 = 137$					$a_0 = 113{,}3$					$a_0 = 73{,}5$			
P kg	28,5	35,5	40,5	46,5	27,5	34,5	39,5	45,5	48,5	21,5	27,5	33,5	38,5	40	12,5	19	24,5	28,5	30,5	6	13	17	19,5
n Uml./min	469,4	414,3	370,1	315,4	471,2	415,6	364,2	319,4	294,7	470,2	421,3	366,6	316,5	284,1	470,8	418	361,8	315,1	280,7	420,7	366,5	319,8	283,5
N PS	37,5	41,2	42	41,1	36,3	40,2	40,3	40,75	40,1	28,4	32,5	34,4	34,2	31,9	16,5	22,3	24,8	25,2	24	70,8	13,4	15,2	15,5
Q l/s	1704	1621	1576,5	1539	1532,5	1461	1437,5	1432,5	1432	1335	1291	1265	1246	1237	1136	1105	1076	1056	1045	864,5	851,5	841	838
H mm . . .	2568	2583	2597	2610	2615	2627	2637	2643	2651	2669	2678	2686	2662	2659	2672	2672	2669	2655	2647	2701	2705	2701	2703
η vH	64,3	73,8	77	76,8	68,9	78,5	79,85	80,6	79,1	59,6	70,3	76	77,2	72,7	40,7	56,5	64,8	67,3	65	22,7	43,5	50,2	51,3

$\varphi \sim 14^0\,55'$

	$a_0 = 172{,}5$						$a_0 = 160$					$a_0 = 154{,}2$					$a_0 = 137$					$a_0 = 113{,}3$					$a_0 = 86{,}5$			
P kg	28,5	35	40	40	46	48,5	34	40	46	25	48	23,5	31	36,5	42	45	20	27,5	33	39	41,5	14,5	21,5	26	31,5	33,5	6	11	17	21,5
n Uml./min	473,9	422	376,2	374,1	319,2	293,9	450,3	392,3	341,4	522,3	319,2	510	447,1	392,3	343,9	316,3	508,7	448,7	399	348	318,8	508,6	448,3	400,8	342,1	309,3	486,9	447,3	394,6	341,6
N PS	37,8	41,4	42	41,8	41,2	39,9	42,9	44	44,1	36,6	43	33,5	38,8	40,1	40,9	39,9	28,4	34,5	36,9	38,1	37,1	20,7	27	29,2	30,2	29,1	8,2	13,8	18,8	29,6
Q l/s	1507	1461	1428	1427	1418,5	1426	1400	1368	1372	1456	1372	1382	1328,5	1305	1306,5	1324	1264	1227	1214	1217,5	1220	1111,5	1078	1065	1063	1064	896	883	875,5	879
H mm . . .	2871	2872	2860	2851	2850	2841	2970	2965	2956	2939	2950	2841	2848	2852	2849	2849	2874	2924	2950	2967	2981	3011	3019	3019	3020	3036	3094	3104	3107	3108
η vH	65,2	73,9	77,1	77,2	76,4	73,9	77,4	81,4	81,4	64,2	79,6	64	76,9	80,9	81,4	79,4	58,6	72,3	77,5	79,1	76,5	46,3	62,4	68,2	70,7	67,8	22,3	37,8	52	56,4

$\varphi \sim 7^0\,48'$

	$a_0 = 172{,}5$				$a_0 = 154{,}2$					$a_0 = 137$					$a_0 = 126$				$a_0 = 113{,}3$				$a_0 = 73{,}5$			
P kg	21,5	30,5	38,5	44,5	13	23,5	32	40,5	43	13,5	23,5	32,5	39,5	42	12	23,5	32,5	40	9,5	21	29	35,5	6	10,5	17,5	22
n Uml./min	548,9	461,9	399,2	342,5	638,6	543,5	462,6	398,7	373,7	634,8	544,8	460,8	397,4	370,2	642,3	541,6	460,8	385,1	636	543,9	466,5	398,4	582,4	539	461	384,5
N PS	33,1	39,5	43,1	42,7	23,3	35,8	41,5	45,2	45	24	35,9	41,9	44	43,6	21,6	35,7	42	43,2	16,9	32	37,9	39,6	9,8	15,9	22,6	23,7
Q l/s	1196,5	1144	1159	1226	1180	1105	1074,5	1130	1161	1097	1041,5	1036,5	1083	1151	1052	1006	1016	1072	973	948	963	999	745	744,5	756	780
H mm . . .	3813	3826	3825	3815	3825	3850	3860	3850	3845	3856	3871	3877	3873	3866	3940	3953	3952	3942	3910	3923	3930	3931	4007	4010	4012	4007
η vH	54,4	67,7	73	68,5	38,7	63,2	75,3	78	75,6	42,5	66,8	78,3	78,7	73,5	52,2	67,2	78,4	76,6	33,5	64,5	75,2	75,7	24,6	40	55,9	57

$\varphi \sim 0^0$

	$a_0 = 172{,}5$				$a_0 = 137$					$a_0 = 107$					$a_0 = 86{,}5$					$a_0 = 46{,}5$			
P kg	6	15,5	24	29,5	6	10	20	26,5	30,5	6	10,5	19,5	25,5	27,2	6	9,2	18	23	24,5	6	11	13,5	14
n Uml./min	584,2	498,7	428,7	373,1	623,7	589,8	499,1	431	375,7	627,7	587,8	501,8	423,9	389	620,9	590,5	499,4	424,3	383	568,8	497,5	435,7	365,3
N PS	9,8	21,6	28,7	30,8	10,5	16,5	27,9	32	32	10,4	17,6	27,4	30,2	29,6	10,4	15,2	25,2	27,3	26,2	9,5	15,3	16,4	14,3
Q l/s	812	756,5	878	1012	745,5	746	784	895	1041	663,5	677	730	840	898	602	615	664	752	791	481	509	541	590,5
H mm . . .	4609	4617	4585	4544	4628	4629	4617	4583	4534	4652	4653	4640	4617	4591	4691	4690	4673	4644	4625	4728	4718	4702	4689

Leerlauf für $\varphi \sim 0^0$

$a_0 = 172{,}5$	$a_0 = 137$	$a_0 = 86{,}5$	$a_0 = 46{,}5$	
0	0	0	0	0
653,8	679,5	675,1	630,8	478,4
0	0	0	0	0
892	771,5	595	444	277,5
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

n in Abb. 5 in einem gemeinsamen Koordinatensystem aufgetragen worden. Die Umhüllungskurve dieser einzelnen Wirkungsgradkurven zeigt die mit dieser individuellen Turbine im Höchstfall erreichbaren Wirkungsgrade, wenn für jede Laufschaufelstellung die günstigste Leitschaufelstellung eingestellt wird.

Außer den Wirkungsgradkurven sind für jede auf der Linie ... Laufschaufel-Verdrehungswinkel markierte Laufschaufelstellung φ die zu diesen Wirkungsgradkurven gehörigen Leit-

Abb. 6. Umlaufzahlen, Gefälle und Wassermengen.

haufelöffnungen a_0 als Kurven aufgetragen worden. Werden ejenigen Leitschaufelöffnungen, die für die angegebenen Laufhaufelstellungen das Maximum des Wirkungsgrades ergeben, enfalls durch eine Kurve verbunden, so läßt diese a_0-Kurve sammen mit der φ-Kurve erkennen, in welchem Verhältnis Leitid Laufradschaufel zueinander stehen müssen, wenn unter allen mständen der günstigste Wirkungsgrad erreicht werden soll.

Um nun weiter ein Bild über das Verhalten der Turbine iter verschiedenen Betriebszuständen zu erhalten, wurden die der angegebenen Weise konstruierten Kurven günstigsten Wirungsgrades für verschiedene Drehzahlen dazu benutzt, um in olicher Weise das in Abb. 6 dargestellte Kurvenbild herzuellen. Aus diesen Kurven können ohne weiteres die Wirkungsade in Funktion der Wassermenge für verschiedene Drehhlen bzw. die Wirkungsgrade für verschiedene Gefälle bei onstanter Drehzahl entnommen werden. Beim Aufzeichnen der Virkungsgrade nach Abb. 5 zeigte sich, daß das Gesetz der uordnung der a_0- zur φ-Kurve für verschiedene nach oben und nten von der normalen Drehzahl abweichende Umlaufzahlen ahezu gleich ist, so daß auch bei Einbau der Kaplanturbine r wechselndes Gefäll und gleichbleibende Umlaufzahl mit derlben Reguliereinrichtung in weiten Grenzen noch der Höchstert des Wirkungsgrades erreicht wird.

Werden wie in Abb. 7 für eine bestimmte Lauf- und Leitadstellung die Drehmomente in Funktion der Umlaufzahl aufetragen, so zeigt es sich, daß, ausgehend von der Durchgangrehzahl, die im vorliegenden Fall das 1,63fache der normalen eträgt, das Drehmoment bis herab zum normalen Gang mit 30 Uml./min nahezu umgekehrt proportional der Geschwindigeit zunimmt. Auch mit weiter abnehmender Drehzahl nimmt as Drehmoment noch zu, erreicht aber bei rd. 140 Uml./min inen Höchstwert. Nimmt die Umlaufzahl noch weiter ab, so ird das Drehmoment wieder kleiner und sinkt bei Stillstand is auf einen Wert, der ungefähr dem Drehmoment bei normaler mlaufzahl entspricht. Da im gewöhnlichen Betrieb und bei leichbleibendem Gefälle die normale Umlaufzahl meist nur unesentlich unterschritten wird, so hat dieser Umstand hier nur ann Bedeutung, wenn das Drehmoment bei Anlaufen größer der nahezu gleich wie das der vollbelasteten Turbine sein soll. n den meisten Fällen kann durch geeignete Betriebführung dieser igenschaft der Kaplanturbine Rechnung getragen werden. Vesentlich ungünstiger liegen die Verhältnisse bei stark wechelndem Gefälle. Da bei $n_1 = 140$ ein Betrieb der Turbine überhaupt nmöglich ist und außerdem mit einer gewissen Sicherheit geechnet werden muß, so könnte die untersuchte Turbine höchstens och mit einem $n_1 = 170$, d. h. dem 1,82fachen des normalen efälles betrieben werden.

Die untersuchte Kaplanturbine zeigte also bei der beschriebenen Aufstellung keine Eigenschaften, die irgendwelche Bedenken gegen ihre Verwendung in dieser Anordnung oder bezüglich ihrer weiteren Entwicklung rechtfertigen würden. Wie aber schon die Erfahrung bei Francisturbinen sehr hoher Schnellläufigkeit lehrt, ist die Übertragung der Versuchsergebnisse auf andre Durchmesser, höhere Gefälle und eine andre Aufstellung der Turbine gegenüber dem Unterwasserspiegel nicht ohne weiteres möglich. Tatsächlich haben sich auch bei der Fortsetzung obengenannter Versuche in dieser Hinsicht, vor allem bei Erhöhung des Gefälles und der Saughöhe, Schwierigkeiten gezeigt, die noch der Aufklärung bedürfen.

Was die Höhe der bis jetzt unter günstigen Verhältnissen erreichten Wirkungsgrade betrifft, so ist nicht daran zu zweifeln, daß sich bei einem genauen Studium des Problems wie bei der Francisturbine noch wesentliche Verbesserungen erzielen lassen, und es ist jedenfalls als ein großer Fortschritt zu betrachten, wenn für eine Turbine mit $n_s = 800$ zwischen voller und 0,36facher Beaufschlagung noch über 75 vH Wirkungsgrad erreicht wird.

Wenn auch die Entwicklung des Schnelläuferbaues schon auf eine Verminderung der Zahl und Länge der Laufradschaufeln hingewiesen hat und Erfahrungen in dieser Beziehung von den einzelnen Turbinenfirmen gesammelt worden sind, so ist doch eine so weitgehende Verminderung der Schaufelzahl und der vollständige Verzicht auf gegenseitige Überdeckung der Laufradschaufeln, d. h. die sogenannte Zellenlosigkeit des Laufrades, eine so wesentlich neue Aufgabe für den Schaufelkonstrukteur, daß hier zum Teil auf ganz neuen Grundlagen aufgebaut und vor einer allgemeinen Aufnahme der Fabrikation auch eine genaue Erprobung der Formen durchgeführt werden muß.

Abb. 7. Drehmomente in Funktion der Umlaufzahlen.

Die Aussicht, auf dem von Kaplan beschrittenen Wege das Ziel einer wesentlichen Erhöhung der Schnellläufigkeit bei Wasserturbinen, wie sie hauptsächlich für die heute in höherem Maße auszubauenden Niederdruckanlagen in Frage kommen, zu erreichen, hat selbstverständlich die an den Kaplanpatenten nicht beteiligten Firmen veranlaßt, ähnliche Wege zu suchen. Die hierüber bekannt gewordenen Versuche führten aber nur zu Laufradformen, die in den Bereich der Prof. Kaplan erteilten Patente fallen. Die Zahl dieser Patente ist sehr groß, da Kaplan von den ersten Anfängen seiner Turbine an, seinen Fortschritten entsprechend, immer wieder neue Patente eingereicht hat, die auch heute noch zu Recht bestehen, obgleich sie in der augenblicklichen Form seiner Turbine nicht durchweg voll zum Ausdruck kommen.

Es ist schon von verschiedenen Seiten und zum Teil auch in Veröffentlichungen ausgesprochen worden, die Drehbarkeit der Laufradschaufeln, die sogenannte Zellenlosigkeit der Laufräder und andre unter den Schutz der Patente Kaplans fallende Eigenschaften seiner Turbine seien schon längst bekannte Dinge und könnten daher ohne Rücksicht auf diese Patente ausgeführt werden. Demgegenüber wird hier festgestellt, daß sowohl die auf die obengenannten Eigenschaften bezüglichen Patente ebenso wie alle übrigen Prof. Kaplan erteilten Patente rechtsgültig sind und jeder Eingriff in den Bereich dieser Patente mit allen gesetzlichen Mitteln verfolgt wird. [1503]

RUNDSCHAU.

Die Turbinen des Untrawerkes.

In Ergänzung der Angaben in Z. 1922 S. 1018 über das Untra-Kraftwerk für Stockholm bietet eine Darstellung der Turbinenanlage mancherlei Bemerkenswertes, da es sich um Turbinen von ungewöhnlich großen Abmessungen handelt. Entsprechend einer größten Schluckfähigkeit von etwa 75 m³/s bei 12,35 m Nutzgefälle zeichnen sich die von Verkstaden, Kristinehamn, gebauten Zwillingsturbinen, Abb. 1, 11 350 mm freien Lagerabstand zwischen den beiden Außenlagern. Das mittlere Lager am Krümmersattel ist fortgefallen, weil es insbesondere dann, wenn das Lager zugänglich sein soll, die Form des Krümmers stört und die Baulänge und das Gewicht der Turbine sowie das Maschinenhaus vergrößert und die Gesamtanlage verteuert. Die Turbinen leisten je 10 500 PS bei 125 Uml./min, die spezifische Drehzahl beträgt 391 für $H = 12{,}35$ m und 365 für $H = 13{,}80$ m.

Abb. 2 zeigt einen Doppelkrümmer in der Werktatt. Der elliptische Querschnitt seines Austritts in das in der Krümmung mit Blech ausgekleidete Saugrohr mißt im Bodenring 6000 mm in Richtung [...]er großen und 4900 mm in Richtung der kleinen Achse. Er ist in der Lä[ng]s- und Querrichtung mehrfach geteilt, so daß er aus 14 Einzelteilen bes[teh]t.

Die Laufräder, Abb. 1 und 3, zeigen ein sichelförmiges Profil [m]it großem freiem Spalt. Sie haben 3000 mm Kranzdurchmesser im Au[str]itt und 14 Schaufeln. Die Welle weist bis zum Kuppelflansch vor [de]m Innenlager fast 13 m Länge auf [und] mußte also aus Transportgründen [ge]teilt werden. Der Kuppelflansch [...]er- für ist in eine im Krümmersattel [au]sgesparte Ka[mm]er verlegt. Die [Le]iträder mit je 20 Drehscha[ufe]ln von 255 [m]m größter Öff[nu]ng haben inne[nl]iegende Le[...]r, die Regelr[in]ge werden dur[ch] je zwei Zugsta[ng]en von der [...]er dem Krü[mm]er liegenden Reglerwelle [ve]rdreht.

Eigenartig [i]st die Ausfü[hru]ng der Regel[ei]nrichtung se[i]t, Abb. 4. [D]er Steuerzylin[der] ist unter [de]m Wellenmitt[e] in starrer [Ve]rbindung mit [de]m vorderen Lager und damit auch mit dem vorde[re]n Leitraddeckel eingebaut; der Doppelkolben er[hä]lt von beiden Seiten her Druck, und in seiner M[itt]e greift an beiderseitigen Bolzen der Gleitstein der Reg[ler]zwischenwelle an, die über zwei Zugstangen die D[reh]bewegung auf die Reglerwelle überträgt. Neben je[de]r Turbine steht die von der Welle durch Riemen [ge]triebene Steuervorrichtung mit gänzlich eingekapsel[te]n Pendel und Gestänge. Drehzahl und Ungleichför[mig]keitsgrad sind von der Schaltanlage aus einstell[ba]r. Der Ungleichförmigkeitsgrad ergab bei den Abnah[me]versuchen nach einem Bericht in Teknisk Tidsk[rif]t 1919 Heft 12 folgende Werte:

bei plötzlicher Entlastung um	1900,	3500,	2700 k[...]
Erhöhung der Umlaufzahl	2,5,	4,8,	12 [...],
bei plötzlicher Belastung um	2250,	4000,	7200 k[...]
Abfall der Umlaufzahl	3,5,	7,	12,5 [...],
bleibender Ungleichförmigkeitgrad			2 [...].

Neben der Steuervorrichtung steht die durch einen Gleichstro[m]motor getriebene Ölpumpe, auf der andern Seite der Welle die eb[en]falls motorisch getriebene Öldruckpumpe für die Schmierung. [D]ie hinteren Lager der Turbinen sind durch einen Tunnel zugänglich.

Die Wassermengen wurden bei den Abnahmeversuchen durch Flüg[el]messung ermittelt, wobei der an einem Meßwagen befestigte Flügel [in] 48 Punkten des Meßquerschnittes im Einlauf beobachtet wurde. Dana[ch] wurden folgende Wirkungsgrade berechnet: bei 12 000 PS 86,5 vH, [bei] 7850 PS 85,0 vH, bei 5250 PS 74,5 vH. Der beste Wirkungsgrad wur[...]

Dynamowelle 5675 5675 3000 700 580 700 4900×6000 d6440

Abb. 1. Zwillingsturbine des Untrawerkes.

Abb. 2. Doppelkrümmer der Untra-Turbine.

Abb. 3. Laufrad der Untra-Turbine.

b 10 530 PS und 215 mm Öffnung zu 88,7 vH bei 12,35 m Gefälle e ittelt.

Zum Abschluß der Turbinenkammern dienen Fachwerkschützen, d mittels eines Windwerkes mit Flaschenzügen gehoben werden können. A einer vor diesem Windwerkgerüst ausgekragten Laufbahn hängt eine

Abb. 4. Regelvorrichtung für die Untra-Turbine.

lfkatze für die Dammbalken-Versetzvorrichtung, auf der Gegenseite e Laufkatze für die Rechen. Über den Turbinenkammern ist ein ktrisch betriebener Bockkran für 25 t Last vorgesehen. [1523]
lünchen. C. Reindl.

Die Wasserkraftanlagen Ostpreußens.

Im Gegensatz zu den übrigen Teilen Deutschlands ist die Elektrizi-tsversorgung Ostpreußens noch weit im Rückstand. In den tzten Jahren hat aber die gänzliche Abtrennung Ostpreußens von n Mutterland und die dadurch hervorgerufene erhebliche Verteuerung Brennstoffrachten die Notwendigkeit ergeben, sich durch Elektri-itserzeugung aus eigenen Kraftquellen unabhängig zu machen. An turkräften sind in Ostpreußen Torf und Wasserkräfte vorhanden. Da Torf aus verschiedenen Gründen mit den Wasserkräften nicht in ettbewerb treten konnte, ging man an den Ausbau der ziemlich bedeu-den Wasserkräfte. Der bedeutendste der Frage kommenden Flüsse ist die Alle. Aus lassen sich etwa 100 Mill. kWh im Jahr winnen. Die am 1. April 1921 gegrün-te Ostpreußenwerk-Aktiengesellschaft tte sich entschlossen, zunächst zwei Kraft-fen der Alle bei Friedland und Gr.-Wohns-rf auszubauen, die jährlich 30 Mill. kWh eugen können.

Das Werk Friedland wird als Spitzen-rk ausgeführt, d. h. die Alle wird ober-lb des Hauptwerkes bei Friedland so it aufgestaut, daß der Stausee einen gesspeicher bildet. Unterhalb des Haupt-rkes ist ein Ausgleichbecken vorgesehen. s Hauptwerk liegt rd. 2,5 km oberhalb r Straßenbrücke über die Alle bei Fried-nd. Die Alle macht hier eine weite hleife, die durch einen Durchstich durch n umflossenen Höhenrücken abgeschnitten rden soll. Diese Baustelle wurde ge-ihlt, weil man hier das alte Allebett rch einen Staudamm, der bis zu ner undurchlässigen Mergelschicht hin-tergeführt wird, am besten absperren kann. r Damm von 150 000 m³ Inhalt wird rd. 0 m lang, an der Sohle 80 m und im Fluß-tt bis zu 100 m breit, die Krone soll 16 m er dem alten Allespiegel liegen. Auf der asserseite wird der Damm mit Beton- und anitquadern gepflastert. Er soll in 30 cm hen Schichten aufgeschüttet werden, die an mit Preßluftrammen und Motorwal-n verdichtet.

Das Einzuggebiet des entstehenden ausees von etwa 4,2 km² Oberfläche und Mill. m³ Gesamtinhalt beträgt 5435 km², e durchschnittliche Niederschlagmenge 550 s 600 mm im Jahr. Die Alle hat 32 m³/s mittlere, 10 m³/s niedrigste Wasserführung und 473 m³/s höchstes Hochwasser. Das Werk wird als Spitzenwerk für eine Wassermenge von rd. 120 m³/s ausgebaut, die nur an 8 Tagen im Jahr in der Alle vorhanden ist, aber vorübergehend auch zu andern Zeiten dem Stausee entnommen werden kann.

Im Krafthaus werden vier Francisturbinen mit liegender Welle eingebaut, von denen drei je 36 m³/s, die vierte 19 m³/s Schluckfähigkeit hat. Das Gefälle beträgt bei Mittelwasser 14,5 m und bei 120 m³/s Wasserverbrauch 12,5 m; das Werk leistet dabei also 15 000 PS. Die mit je einer der größeren Turbinen gekuppelten Drehstromerzeuger leisten je 4500 kVA bei 6300 V und 250 Uml./min. Der kleinere Stromerzeuger leistet 2200 kVA bei 375 Uml./min. Der Leistungsfaktor ist zu $\cos\varphi = 0{,}7$ anzunehmen. Die für 60 000 und 15 000 V Oberspannung gewickelten Transformatoren stehen in Zellen, die nach außen zu öffnen sind. Während des Ausbaues des Hauptwerkes dient ein vorläufiges Kraftwerk mit vier Turbinen von zusammen rd. 1900 PS Leistung zum Antrieb der beim Bau gebrauchten Maschinen, darüber hinaus aber bereits zur Überlandversorgung.

Das Ausgleichwerk bei Gr.-Wohnsdorf liegt etwa 0,5 km oberhalb der nördlich des Ortes über die Alle führenden Brücke. Neben einem festen Wehr von rd. 35 m Breite ist wegen der bis in diese Gegend reichenden Schiffahrt eine Kammerschleuse von etwa 45 m nutzbarer Länge, 7,5 m Breite und 2,5 m Drempeltiefe vorgesehen. Der höchste Stau reicht bis in das Unterwasser des Kraftwerkes Friedland. Aus dem Staubecken von 2,7 km² Fläche lassen sich zehn Stunden lang etwa 60 m³/s entnehmen. Dem entspricht eine Leistung von 2600 PS. Das Krafthaus soll vier Francisturbinen mit stehender Welle von je 15,1 m³/s Schluckfähigkeit und 1040 PS Leistung umfassen. Je zwei von ihnen treiben mittels Zahnräder eine Drehstromdynamo von 1850 kVA bei 6300 V und 375 Uml./min. Die beiden Werke sollen bis zum 1. Dezember 1923 fertiggestellt werden. (Mitteil. d. Ver. d. Elektrizitätswerke Oktober 1922) [M 409] Sd.

Eine englische Wasserturbine.

Kennzeichnend für die verschiedenen Arten der Wasserturbinen ist die spezifische Drehzahl $n_s = \frac{n\sqrt{N_e}}{H^{5/4}}$. Die einstrahligen Freistrahlturbinen sind bei günstigen Wirkungsgraden für $n_s \leq 25$, die Francisturbinen für $n_s \geq 60$ ausführbar. Das dazwischenliegende Gebiet war bis vor kurzem nur durch mehrstrahlige Freistrahlturbinen erreichbar. Da jedoch die spezifische Drehzahl nur mit der Wurzel aus der Anzahl der Strahlen steigt und Freistrahlturbinen mit mehr als zwei Strahlen konstruktiver Schwierigkeiten wegen zu den Seltenheiten gehören, war man eifrig bestrebt, Ersatz dafür zu finden. Auf dem europäischen Festlande scheint neuerdings dafür die Banki-Turbine in Aufnahme zu kommen, während man in England und Amerika die längst verlassene Girardturbine den heutigen Bedürfnissen anzupassen sucht. (Vergl. VDI-Nachrichten vom 20. Dezember 1922 „Eine neue Wasserturbine".)

Abb. 5 bis 8 zeigen eine englische Ausführung von Gilbert Gilkes & Co., Ltd., die aus einem durch eine Peltondüse beaufschlagten Girard-Laufrade besteht[1]). Der Strahl ist dabei um 20° gegen die Radebene geneigt. Die schraffierte Fläche in Abb. 8 deutet die Projektion des Strahles am Eintritt an.

Die Regelvorrichtung, Abb. 9, ist ebenfalls dem Peltonrad entlehnt. Bei Erhöhung der Drehzahl schwenkt die Reglermuffe den Strahlablenker in den Strahl hinein. Der Regler ist nur schematisch neben die Düse gezeichnet, in Wirklichkeit sitzt er auf der Turbinenwelle, wie aus Abb. 5 bis 6 ersichtlich ist. Gleichzeitig mit der Bewegung des Strahlablenkers drückt die Feder *a* mittels des Gestänges *b*, *c* und *d* den Steuerstift *e* auf die Bohrung in der Nadelspindel. Dadurch wird das durch das Ventil *f* strömende Druckwasser auf der Rückseite des Kolbens *g* wirksam und schiebt diesen samt der Nadel soweit vor, bis der nunmehr verkleinerte Strahl wieder frei am Ablenker vorbeigeht. Das Nadelventil *h* dient zum Einstellen der Wasserzufuhr hinter dem

[1]) Nach Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers 1922 Bd. 213 S. 396.

Abb. 5 und 6. Englische Girardturbine mit Peltondüse.

Abb. 7 und 8. Laufrad.

Abb. 9. Regelvorrichtung.

Abb. 10. Bremsergebnisse.

Kolben g, i ist eine Ölbremse zum Dämpfen der Bewegungen des Steuerstiftes, k der Strahlablenker, l der Strahl und m der Fliehkraftregler.

Die Bremsergebnisse dieser Turbine sind in Abb. 10 dargestellt; die Versuche konnten wegen unzureichender Wasserzuführung und Dynamoleistung nicht bis zum besten Wirkungsgrade durchgeführt werden. Immerhin kann man aus den Kurven schließen, daß bei $N_e = 150$ PS Nutzleistung und $n = 700$ Uml./min die Turbine etwa $Q = 0{,}188$ m³/s Wasser schluckt bei einem Wirkungsgrade von $\eta = 81{,}5$ vH. Die Gefällhöhe ergibt sich dabei zu $H = \frac{75\,N_e}{1000\,Q\,\eta} = 73{,}4$ m und die spezifische Drehzahl zu $n_s \sim 40$. Eine ähnliche von Prof. A. H. Gibson, Manchester, untersuchte Turbine ergab $N_e = 107{,}5$ PS bei $H = 61$ m und $n = 640$ Uml./min mit einem Wirkungsgrad $\eta = 83{,}5$ vH. Die spezifische Drehzahl war demnach für diese Maschine $n_s \sim 39$. [1717] K. P.

Versuche mit neuen Gefällvermehrern.

Die rasch zunehmende Ausnutzung großer Flachlandflüsse mit kleinem Gefäll und stark wechselnder Wassermenge hat neuerdings auch in Amerika dazu geführt, daß allen Vorrichtungen zur Unschädlichmachung des Rückstaues bei Hochwasser erhöhte Beachtung geschenkt wird. Auch die Moody-Ejektorturbine[1]) verfolgt dieses Ziel.

Abb. 11. Modell des Jowa-Gefällvermehrers.
H Gefällhöhe zwischen Ober- und Unterwasserspiegel.
h Zusatzgefälle.
a Wassertiefe über Wehrkrone.
t „ „ Unterwassersohle.

Der Zweck des Gefällvermehrers besteht darin, überschüssiges Wasser zur Vergrößerung der Gefällhöhe nutzbar zu machen.

Der Iowa-Gefällvermehrer.

Die nachstehend erörterten Einrichtungen benutzen dazu die stehende Welle, insbesondere das Wellental, das sich am Fuße eines Überfallwehres ausbildet. Abb. 11 zeigt im Aufriß eine Versuchsanordnung des hydraulischen Laboratoriums der Universität Jowa für einen von der Jowa Railway and Light Co. vorgeschlagenen Gefällvermehrer. Je ein Maschinenhausabschnitt mit einer wagerechten Saugrohrmündung befindet sich zwischen zwei Überfallwehren der dargestellten Form. Die von Prof. F. A. Nagler erzielten Versuchsergebnisse[2]) mit Wehren von je 0,68 m Breite sind in Abb. 12 und 13 dargestellt. Mit $Q = 0{,}595$ m³/s Überfall-Wassermenge und $Q = 0{,}071$ m³/s durch das Saugrohr strömender Wassermenge stellten sich bei Veränderung der Unterwassertiefe t die in Abb. 12 ersichtlichen Nutzhöhen ($H + h$) gegenüber der Fallhöhe H ohne Gefällvermehrer ein.

Abb. 13 zeigt die Verhältnisse bei gleichbleibendem Oberwasserstand = 1,3 m über Unterwassersohle, aber veränderlicher Wehrkronenhöhe bzw. Höhe a, s. Abb. 11, mit der sich daraus ergebenden Änderung von t. Die gestrichelte Linie h_{th} ist theoretisch berechnet, die voll ausgezogene Linie h zeigt die Versuchsergebnisse. Die Saugrohrwassermenge ist dabei gleichbleibend zu 0,07 m³/s gehalten. h_{th} erreicht erst bei $Q \sim 1{,}55$ m³/s einen Höchstwert; da jedoch schon bei viel kleinerem Q das Anwachsen von h_{th} nur noch gering ist, dürfte der wirtschaftlich beste Punkt bei $Q \sim 0{,}6$ m³/s zu suchen sein. Zu beachten ist, daß $(t - h)$ niemals kleiner als der Abstand des höchsten Punktes der Saugrohröffnung über der Unterwassersohle sein darf. Weitere Versuche ergaben, daß bei $Q = 0{,}6$ m³/s unbedenklich Q_s auf 0,2 m³/s erhöht werden kann, da die Änderung der Nutzhöhe weniger als 2 vH betrug.

Allgemein ist $Q' = F v = F \sqrt{2 g H'}$

(Q' irgendeine Wassermenge, F der mit der Geschwindigkeit v durchströmte Querschnitt, H' die der Geschwindigkeit v entsprechende Gefällhöhe). Vergrößert man demnach alle linearen Abmessungen des Modelles im Maßstab $\frac{m}{1}$, so werden die Wassermengen um das $m^2 \sqrt{m} = m^{5/2}$ fache größer.

Abb. 13. Gewinn an Nutzhöhe bei veränderlicher Höhe der Wehrkrone.

Abb. 15. Gefällgewinn bei der Thurlow-Anordnung.

Der Thurlow-Gefällvermehrer.

Auf dem gleichen Prinzip wie der Jowa-Gefällvermehrer beruht die Einrichtung von O. G. Thurlow[3]); bei diesem ist jedoch nur ein Wehr erforderlich, das über der Saugrohrmündung angeordnet ist, Abb. 14. Dadurch wird der Raumbedarf der Anlage um fast zwei Drittel geringer als bei der Benutzung von zwei Wehren. Die Versuchsergebnisse eines kleinen Modelles bei gleichbleibender Überfall-Wassermenge, aber verschiedener Unterwassertiefe t sind in Abb. 15 wiedergegeben. Bemerkenswert ist der scharfe Knick in der Höhenkurve bei A; hier tritt ein plötzliches Überfluten der Saugrohrmündung ein, s. Abb. 16. Die Lage dieses kritischen Punktes A hängt von der Formgebung des Wehrrückens und der Saugrohrmündung ab.

Die günstigen Ergebnisse mit zwei verschieden großen Modellen haben dazu geführt, daß die Alabama Power Co. gegenwärtig einen Thurlow-Gefällvermehrer in ihrer 20 000 kVA-Anlage am Mitchell-Damm im Coosa River zur Ausführung bringt. [1554] K.

[1]) Z. 1922 S. 852, s. a. die Ejektorturbine von I. M. Voith, Z. 1923 S. 136.
[2]) Vergl. General Electric Review, Oktober 1922 S. 598.

[3]) Mechanical Engineering, August 1922

Abb. 12. Gewinn an Nutzhöhe bei veränderlicher Unterwassertiefe.
Überfall-Wassermenge 0,595 m³/s.
Saugrohr-Wassermenge 0,071 m³/s.

Abb. 14. Gefällvermehrer von O. G. Thurlow.

Abb. 16. Strömungszustand bei Überfluten des Saugrohres.

Die Wasserkräfte der Erde.

Zahlentafel 1 enthält eine Zusammenstellung der verfügbaren aus-[?]uuten und im Ausbau begriffenen Wasserkräfte und Wasser-[k]tanlagen an der Hand der in verschiedenen Fachzeitschriften ver-[öf]fentlichten Angaben, nach Höchst-, Mittel- und Mindest-[l]stung unterschieden. Daraus ist der seit Kriegsschluß be-[sc]eunigte Ausbau deutlich zu ersehen.

Die Angaben über die höchste, mittlere und niedrigste Gesamt-[le]ung der verfügbaren Wasserkräfte weisen große Unterschiede auf, [d] hinsichtlich der in Betracht gezogenen Wassermenge und Größen-[o]nung der ausbauwürdig einbezogenen Wasserkräfte keine einheitliche [A]fassung besteht. Eine Berechnung des Anteils der bereits ausge-[n]tzten oder im Ausbau begriffenen Wasserkraftanlagen in Hundert-[te]n hat daher nur einen sehr bedingten Wert, je nachdem die aus-[g]nutzte Turbinenleistung auf die höchste, mittlere oder kleinste Wasser-[m]nge im Jahre bezogen wird. Immerhin ist aus der Zusammenstellung [z]ersehen, daß der auf die Jahresmittelleistung bezogene Anteil der [a]genutzten Wasserkräfte oder der im Betriebe stehenden Anlagen in [d] meisten Ländern noch recht gering ist und im günstigsten Falle [3] vH nicht überschreitet. Die Wasserkräfte Asiens und Afrikas sind [k]m zu 1 vH ausgenutzt. [M 410] L. Rosenbaum.

Anm. zu Zahlentafel 1: [1]) 1921; [2]) 1922; [3]) 1920; [4]) die höheren Werte mit [S]icherung; [5]) die niedrigeren Werte nur Alpenländer; [6]) Brit. Kolonien [3]is 50 Mill. PS, Indien 25 Mill. PS; [7]) einschließlich asiatischem Besitz; [8]) nur [E]opa; [9]) nach Berechnungen von Budau und Kaplau; [10]) hiervon Asien 235, [Afr]ika 160, Nordamerika 100, Südamerika 95, Europa 52, Australien und Ozeanien [9] ill. PS.

Zahlentafel 1.
Wasserkräfte der wichtigsten Wasserkraftländer.

Land	Verfügbare Gesamtleistung Mill. PS			Ausgenutzte Leistung Mill. PS		
	Höchstwert	Mittelwert	Mindestwert	In Betrieb 1913	In Betrieb und Ausbau nach d. Kriege	
Vereinigte Staaten von Amerika	128	52	28	6,5	10,8[1])	13,5
Kanada	25	18	10	1,0	2,1[1])	3,2
Norwegen	11 bis 13	7,5	5,6	0,5	1,35[2])	1,5
Schweden	10 bis 12	6,2	4,5	0,6	1,25[3])	1,6
Frankreich	9 bis 11	6 bis 7	4,7	0,6	1,5[1])	2,1
Italien	8	5	3,8	0,7	1,2[3])	1,5[2])
Spanien	7	5,2	4,0	0,5	0,6[3])	0,9
Deutschland	8 bis 12	6	1,5	0,7	1,0[1])	1,5
Schweiz	6 bis 8[4])	3,5 bis 4,5[4])	1,5 bis 2,5[4])	0,6	0,9[3])	1,4
Österreich (altes)	6 bis 8[5])	4 bis 5[5])	2 bis 3[5])	—	0,5	—
Österreich (neues)	5	3	1,75	—	0,35	0,5
Großbritannien (ohne Kolonien)	rd. 1[6])	—	0,6	—	0,2[1])	—
Japan	6 bis 8	—	—	—	1,0[2])	1,5
Rußland	20[7])	6[8])	2[8])	—	1,0	—
Alle Weltteile	1500[9])	650 bis 700[10])	450	23 bis 25		rd. 30

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Kleinwasserkraftwerke und Elektrizitätsversorgung.

Immer zuversichtlicher und schneller bricht die Überzeugung sich [Ba]hn, daß die Elektrotechnik vor einer weiteren, der dritten Stufe [i]hrer Entwicklung steht, daß sie, von der Lichtversorgung eng-[b]egrenzter Absatzgebiete zur Licht- und Kraftversorgung weiter [La]ndesstrecken fortschreitend, sich nunmehr anschickt, auch einen guten [Te]il der Wärmelieferung in Haushalt und Gewerbe, in Industrie und [La]ndwirtschaft zu übernehmen. Die volle Auswirkung dieser ihrer neuen [Sen]dung wird ihr freilich nur dort möglich sein, wo sie sich in den [Die]nst der Wasserkraftausnutzung stellen kann, und ganz besonders [do]rt, wo es ihr gelingt, die sonst verloren gehenden Überschußkräfte [zur] Vollwertung zu bringen und möglichst kein Kubikmeter Wasser [un]genutzt über die Wehre laufen zu lassen.

Die beiden Hauptwege, die die Elektrotechnik zu diesem Ziele [füh]ren, sind einmal die Aufnahme der durch Wasserkräfte erzeugten [ele]ktrischen Arbeit in die Netze der allgemeinen Landes- oder Orts-[ver]sorgung und sodann ihre Aufspeicherung in der Form von Wärme.

Die technische Seite der sich hierbei bietenden Aufgaben ist in [de]n letzten Jahren vielfach in der Literatur behandelt worden, und [so]weit die Großwasserkräfte Süddeutschlands und die großzügigen [Str]omversorgungspläne, z. B. des Bayernwerkes, des Murgwerkes und [der] Riesenunternehmungen der Rhein-Main-Donau-Kanal-Gesellschaft in [Be]tracht kommen, sind auch die wirtschaftlichen Fragen eingehend erörtert[1]).

Den mittleren und kleinen Wasserkräften Norddeutschlands aber [is]t im besonderen den für ihre Ausnutzung wichtigen Verwaltungsmaß-[nah]men ist in den Ingenieurzeitschriften bisher nur verhältnismäßig wenig [Au]fmerksamkeit geschenkt. Einige der hierfür in Betracht kommenden [Ge]sichtspunkte mögen daher im nachstehenden kurz erörtert werden.

Der Ausnutzung der für die Behebung der Hochwasserschäden an-[zu]legenden Talsperren zur Stromerzeugung hatte man auch in Nord-[de]utschland schon frühzeitig sich zugewandt; die Urfttalsperre in der [Ei]fel, die schlesischen Anlagen bei Mauer und Marklissa und später [au]ch die Edersperre legen hiervon Zeugnis ab. Auch für die Aus-[wer]tung der an den Kanalschleusen zu gewinnenden Gefälle zur Kraft-[er]zeugung waren schon in den neunziger Jahren von Prof. Intze [za]hlreiche Pläne aufgestellt, z. B. für den, bisher leider immer noch [nic]ht zur Ausführung gekommenen Masurischen Seenkanal. Der Heran-[zie]hung der kleinen im Lande verbreiteten Wasserkräfte zur Stromver-[so]rgung trat man jedoch erst näher, nachdem weite Landesstrecken [vo]n elektrischen Leitungen durchzogen waren. Hier ist zuerst die Pro-[vin]z Pommern planmäßig vorgegangen; sie hat durch Ausbau einer [gr]ößeren Anzahl kleinerer Wasserkräfte ihre Stromerzeugung günstig [zu] beeinflussen verstanden; auch die Provinz Brandenburg ist diesem [Be]ispiele gefolgt, während das Ostpreußenwerk wohl mit dem Ausbau [ein]iger größerer Wasserkraftanlagen beschäftigt ist — bei Friedland [un]d Wohnsdorf werden etwa 25 000 PS eingerichtet —, sich den zahl-[re]ich vorhandenen Kleinwasserkraftanlagen aber noch nicht gewidmet [ha]t; und doch wäre gerade in diesem spärlich bevölkerten und vom [Ve]rkehr abgeschnittenen Landesteil eine möglichst weitgehende Aus-[nut]zung aller natürlichen Kraftquellen besonders wichtig; denn schon [in] den Zeiten, wo die Fernleitungen noch nicht das Land durch-[zie]hen, ist es im Hinblick auf die hohen Brennstoffpreise der bestehen-den oder neu geplanten Kleinkraftwerke wertvoll, durch Wasserkräfte billig arbeitende Erzeugungs- und damit auch Verbrauchsmittelpunkte zu schaffen, um den späteren Überlandnetzen vorzuarbeiten und das Land „elektrizitätsreif" zu machen.

Das einfachste und am besten durchgreifende Mittel zur Vollausnutzung dieser kleinen Wasserkräfte ist ihr planmäßiger Erwerb durch das Überlandwerk, auch in den Gegenden, die zurzeit noch nicht von seinen Leitungen erreicht werden. Die Überlandwerke werden sich dabei sowohl die Wasserkraft-Gerechtsame noch nicht ausgebauter Gefälle sichern müssen, bei der heutigen Geldknappheit vor allem aber auch ihr Augenmerk auf die Vollausnutzung bereits bestehender Mühlen oder sonstiger Gewerbebetriebe lenken. Da die bestehenden Anlagen aber meist veraltet sind und recht unwirtschaftlich arbeiten, wird es praktisch sein, wenn die Überlandwerke die Gesamtkraft erwerben, sie ganz für die Elektrizitätserzeugung um- und ausbauen und dem früheren Besitzer die für sein Gewerbe erforderliche Kraft in Form elektrischer Energie zur Verfügung stellen. Die elektrischen Anlagen müßten sie so einrichten, daß sie zunächst zur Versorgung der nahen Umgebung — Kleinstadt, Güter und Dörfer im Umkreise bis rd. 20 km — ausreichen, daß sie aber sofort und ohne Kosten in eine Anschlußanlage umgewandelt werden können, sobald die Fernleitungen die betreffende Gegend erreichen.

Für die Wertabschätzung liegen genügend praktische Erfahrungen vor, sodaß eine Einigung mit den Besitzern meist zu erreichen sein wird[2]). Immerhin wird es auch vorkommen, daß sich der Eigentümer von seinem Besitze nicht trennen will. In solchen Fällen wird, wenn das Überlandwerk bereits seine Leitungen bis dorthin ausgedehnt hat oder aber zur Unterstützung an der betreffenden Stelle noch ein Wärmekraftwerk errichtet, der Abschluß von Gegenseitigkeitsverträgen wohl immer zum Ziele führen, da die Wasserkraftbesitzer nicht nur aus der Verwertung ihrer bisher unbenutzt gebliebenen Überschußkräfte einen nennenswerten Gewinn ziehen können, sondern auch die Kraftlieferung durch das Überlandwerk zu Zeiten der Wasserknappheit ihnen sehr bedeutende Vorteile bringt.

Beide Teile müssen jedoch, im Interesse des Ganzen, d. h. der Verbilligung der allgemeinen Elektrizitätsversorgung, sich eine verständige Mäßigung bei ihren Forderungen auferlegen. Die Wasserkraftbesitzer, gerade der norddeutschen Tiefebene, haben zu bedenken, daß hier die Elektrizitätswerke ihre Hauptkraft stets mit Brennstoff erzeugen, und daß auch bei Mitwirkung mehrerer Kleinwasserkräfte die Brennkraftanlagen für den Vollbetrieb ausgebaut werden müssen. Was die Elektrizitätswerke durch die Aufnahme der Wasserkräfte ersparen, sind tatsächlich nur die reinen Brennstoffkosten, und auch diese dürfen wegen der Anheizungs- und Betriebsbereitschaftsverluste der Wärmemaschinen nicht einmal mit ihrem durchschnittlichen Vollwerte für die erzeugte Kilowattstunde eingesetzt werden. Der Wasserkraftbesitzer wird sich daher meist mit Preisen begnügen müssen, die zwischen dem 0,8- und 0,9fachen der tatsächlichen Brennstoffkosten des Elektrizitätswerkes für eine erzeugte Kilowattstunde liegen.

Die Überlandwerke dürfen anderseits das ihnen meist zustehende Ausschließlichkeitsrecht der Stromversorgung nicht rücksichtslos auszunutzen versuchen, sondern müssen sich klar darüber sein, daß dieses auf Kosten der Allgemeinheit eingeräumte Recht ihnen auch Pflichten auferlegt. Zu diesen Pflichten gehört vor allem, daß sie die wirtschaftliche Ausnutzung aller in ihrem Versorgungsgebiete vorhandenen natürlichen Kraftquellen und Überschußkräfte nicht behindern, auch wenn der

[1]) Vergl. u. a. den bei der Tagung des Polytechnischen Vereines in Bayern [an]1 11. Juli 1921 gehaltenen Vortrag des Verfassers: „Aufspeicherung und Ver-[we]rtung der Überschußkräfte", abgedruckt im Bayerischen Industrie- und Ge-[we]rbeblatt, Oktober 1921 Nr. 41/42; sowie seine Abhandlungen: „Die Ausnutzung [vo]n Überschußkräften" in „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen" 1915 Heft 14 [(S]onderdruck); „Die Wasserkräfte des Berg- und Hügellandes in Preußen und [ih]re Bedeutung für die Elektrizitätserzeugung", Sonderabdruck aus ETZ 1915 [H]eft 27; „Das Bayernwerk" in „Technik und Wirtschaft" 1919 Heft 2 (Sonderdruck).

[2]) Vergl. z. B. „Die Wertabschätzung von Wasserkräften" von Dr. Ludin u. Waffenschmidt.

Hauptvorteil davon nicht ihnen selbst zufällt. Gerade heute, da den Elektrizitätswerken durch die Verordnung vom 1. Februar 1919 das Recht der Strompreiserhöhungen auch entgegen bestehenden alten Verträgen zusteht, hat z. B. eine Stadtverwaltung, die bisher ihren gesamten Elektrizitätsbedarf von einem Überlandwerke bezogen hat und vertraglich beziehen mußte, die aber über eine städtische Mühlenanlage verfügt, die sie mit Vorteil zur Stromerzeugung ausbauen kann, ein sehr begründetes Anrecht darauf, sich hierdurch die Stromversorgung zu verbilligen. Sie wird also von dem Überlandwerk die Aufhebung jener Bestimmung, daß der gesamte Strombedarf von ihm bezogen werden muß, verlangen und wird dies auch mit Hilfe der Verordnung vom 1. Februar 1919 durchsetzen können; denn diese Verordnung soll keineswegs

Leitungsstrecken sich mit Rücksicht auf die heutigen hohen K[osten] doch in dieser Hinsicht eine weitgehende Beschränkung aufer[legen] müssen. Da ist es dann ein nicht zu unterschätzender Vorteil, in [den] kleinen Elektrizitätswerken an wichtigen Verbrauchsmittelpunkten Re-serveanlagen zu besitzen, die beim Versagen der Fernleitungen eins[prin]gen können; diese Kleinwerke stellen gewissermaßen eine Verlegung [der] Maschinenreserven des Großkraftwerkes in die Verbrauchsm[ittel]punkte dar.

Können die Kleinwasserkräfte aber auch nur wenige Stunden [auf]gespeichert werden, so ermöglicht ihre Verbindung mit der Strome[rzeu]gung ferner eine wesentliche Verbilligung des Baues und des Betri[ebes] der Fernleitungen des Großkraftwerkes. Die Kleinwasserkraftw[er]ke

Schwedische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 48.

Die Preise für Kohle und Eisen ziehen weiter an (vergl. S. 354), am stärksten der Kohlenpreis, der von 36,19 Kr/ton im Durchschnitt des Monats Februar auf 41,28 Kr/ton Durchschnitt März stieg. Bemerkenswert ist ein geringes Nachgeben des Holzpreises.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel: (vergl. S. 379)
Kupfer . . . . am 24. April 11 440 ℳ/kg — Dollar . . . . am 24. April 30 250 ℳ/$
Baumwolle . . am 24. April 20 515 ℳ/kg — Aktienziffer . . am 20. April 1 255 115

nur den Elektrizitätswerken die für ihr wirtschaftliches Bestehen erforderlichen Strompreise sichern, sie soll auch den Stromabnehmern dazu verhelfen, begründete Rechte, denen alte, unzeitmäßig gewordene Vertragsbestimmungen entgegenstehen, durchzusetzen.

Die Heranziehung der kleinen im Lande verteilten Wasserkräfte zur Stromversorgung hilft aber nicht nur, wie bisher gezeigt, Brennstoffe ersparen und das Land „elektrizitätsreif" machen, diese kleinen Wasserkraftwerke haben eine weitere, nicht unwichtige Aufgabe zu erfüllen, und zwar eine Aufgabe, die ihnen noch zukommt, wenn die betreffenden Gegenden bereits von den Überlandleitungen erreicht sind.

Bei ausgedehnten Überlandnetzen können Stromunterbrechungen niemals vollkommen vermieden werden, und wenn es meist auch gelungen ist, durch doppelte oder durch Ringleitungen diese Störungen auf ein erträgliches Maß zu beschränken, so wird man bei neu anzulegenden großen

können dann nämlich die Spitzenleistung der Hauptwerke übernehm[en] und die Hauptfernleitungen brauchen nur noch für die Durchschnit[ts]leistung der Übertragung gebaut zu werden. Auch ihr Betrieb wi[rd] sich durch die Verringerung der Energieverluste nennenswert verbillig[en].

Schließlich können die im Lande verteilten Kleinwasserkraftwer[ke] auch noch zum Ausgleich der Phasenverschiebung recht gute Diens[te] leisten, ein Vorteil, dessen richtiger Einschätzung erst allmählich voll[es] Verständnis entgegengebracht wird.

In Gegenden, die, wie z. B. Ostpreußen, erst jetzt der Elektrizitä[ts]versorgung erschlossen werden und infolgedessen mit besonders hohe[n] kaum erschwinglichen Anlagekosten zu rechnen haben, sollte den Klei[n]wasserkräften und den zu ihrer vorteilhaften Verwertung führend[en] verwaltungstechnischen Maßnahmen volle Aufmerksamkeit zugewan[dt] werden. [W 202] Dr. Bruno Thierbach, z. Zt. Lyck (Ostpr.).

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 19 SONNABEND, 12. MAI 1923 BD. 67

INHALT:

Maschinen zur Gewinnung des Rohrzuckers.

Von F. Mertz, Magdeburg.

Darstellung eines Walzwerkes von Fried. Krupp A.-G. Grusonwerk zum Auspressen von Zuckerrohr. Verwendung der Bagasse. Wärmewirtschaft der Anlage.

Das Zuckerrohr, das den Ausgangspunkt für die Erzeugung des Rohrzuckers bildet, ist ein Kind der Tropen und der subtropischen Länder. Seine Bedeutung erhellt am besten daraus, daß z. B. im Jahre 1912/13 die Gesamterzeugung der Welt an Rübenzucker 9 Mill. t betrug, während 9,2 Mill. t Rohrzucker hergestellt wurden. Der Grund dafür, daß die Art der Zuckergewinnung selbst in technischen Kreisen so wenig bekannt ist, ist darin zu suchen, daß in Europa jede Gelegenheit fehlt, eine Rohrzuckerfabrik aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Das Zuckerrohr wird in großen Mengen angebaut im südlichen Teil der Vereinigten Staaten von Nordamerika, in Mexiko, auf Kuba und den mittelamerikanischen Inseln, in den Staaten Zentral-Amerikas, in Peru, Brasilien, Argentinien, ferner auf Hawai und den Philippinen, in Niederländisch- und in Britisch-Indien. Die Gewinnung des Zuckers aus dem Zuckerrohr ist sehr alt; in Ägypten war der Rohrzucker schon vor 1000 Jahren allgemein Genußmittel, während die ersten Versuche, den Zucker aus der Rübe zu gewinnen, erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts gemacht worden sind.

Das Zuckerrohr ähnelt äußerlich dem Bambusrohr, es wird etwa 2 bis 5 cm dick und je nach der Art des Rohres und dem Ursprungsland 2 bis 3, ja sogar bis über 4 m lang. Der Zucker wird aus dem im Stengel des Rohrs vorhandenen Saft gewonnen; die Blätter werden dazu nicht benutzt, doch werden in manchen Ländern die Wurzeln mit verarbeitet. Im ersteren Falle wird das Rohr mit der Hand oder neuerdings auch mit Maschinen dicht über dem Erdboden geschnitten, die Blattkronen werden abgehauen und die Stengel dann in besonders dafür eingerichteten Feldbahn-, Eisenbahn- oder in Ochsenwagen nach der Fabrik gebracht. Die Wagen werden in großen neuzeitlichen Anlagen häufig durch Krane von besonderer Bauart oder durch Wagenkipper entleert.

Die Anlage, Abb. 1 bis 3, für die das nachstehend dargestellte Walzwerk bestimmt ist, hat einen Wagenkipper. Von diesem wird das Rohr auf einen kurzen Zwischenförderer entleert, der die ausgekippte Wagenladung auseinanderzieht und durch Veränderung der Fördergeschwindigkeit eine ganz gleichmäßige Beschickung der Walzwerkanlage ermöglicht. Der Zwischenförderer schafft das Rohr auf einen 40 m langen Förderer, der in die Walzwerkhalle führt. Dieser steigt in seinem letzten Teil an und hebt das Rohr genügend hoch, um das Walzwerk selbsttätig beschicken zu können. Bevor das Rohr in das Walzwerk eintritt, wird es, auf dem Förderer liegend, von dem Rohrschneider bearbeitet. Dieser besteht aus einer sich sehr schnell drehenden Welle, die mit kräftigen, nach Art der Türkensäbel gekrümmten langen Messern besetzt ist; das Rohr wird hierdurch in kürzere Teile zerschnitten und gleichzeitig auch gleichmäßiger über die ganze Eintrittsbreite des Walzwerkes verteilt. Die Verwendung des Rohrschneiders ist nicht bei jeder Art Rohr erforderlich, man findet deshalb auch häufig Walzwerke ohne einen solchen. Abb. 4 und 5 zeigen Teile des Walzwerkes beim Zusammenbau in den Werkstätten der herstellenden Firma Fried. Krupp A.-G. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau.

Das Rohr wird nun durch eine Schurre nach dem Vorbrecher des Walzwerkes geführt. Dieser besteht aus zwei Walzen aus hartem Stahl von 710 mm Dmr. und 1980 mm Länge. Die Walzen sind mit zickzackförmigen Zähnen versehen; die obere stützt sich nach oben mit ihren Zapfenlagern auf Preßwasserkolben, die zusammen einen Druck erzeugen, der bis 400 t gesteigert werden kann. Eine feste Begrenzung ist nach unten vorhanden, die es ermöglicht, die Anfangspaltweite zwischen den Walzen auf ein gewisses Maß festzulegen. In dem Vorbrecher wird das Rohr eingekerbt, gequetscht, teilweise grob zerkleinert und ihm hierbei schon ein namhafter Teil des Saftes entzogen.

Die Trümmer des Rohres rutschen durch natürliches Gefälle in das eigentliche Verbundwalzwerk, das aus vier einzelnen Walzwerken besteht. Zu jedem Walzwerk gehören drei Walzen von 860 mm Dmr. und 1980 mm Länge. Die obere Walze stützt sich mit ihren Zapfenlagern nach unten gegen eine feste Begrenzung und nach oben gegen zwei Druckwasserkolben; diese erzeugen einen Zusammenpressungsdruck, der bis 640 t betragen kann und für jedes Walzwerk verschieden eingestellt wird. Die unteren Walzen lassen sich durch geeignete Stellvorrichtungen auseinander- oder zusammenrücken, so daß ein Mindestmaß der Spaltweite zwischen Ober- und Unterwalze eingestellt werden kann. Die Walzen bestehen aus einer besonderen Art von hartem Gußeisen, das an der Oberfläche rauh bleibt, um ein leichtes Einziehen des Rohres zu sichern. Die Außenflächen der Walzenmäntel sind mit ringförmigen Rillen versehen, die das Rohr noch weiter aufschließen und das Ablaufen des ausgepreßten Saftes fördern sollen.

Der Raum zwischen den unteren Walzen und der oberen Walze wird von der Bagassebrücke (Bagasse ist die Bezeichnung für das zerquetschte ausgepreßte Rohr) eingenommen, vergl. Abb. 6. Diese hat den Zweck, das Rohr von dem ersten Walzeneingriff zum zweiten überzuleiten und unter Druck zu halten, um die Saftabgabe zu fördern. Der Bau der Brücke erfordert große Sorgfalt und besondere Erfahrungen seitens des Konstrukteurs. Ihre Form, Abmessungen und ihr Abstand von der oberen Walze sind für das gute Arbeiten des Walzwerks von großer Bedeutung. Die vier Walzwerke sind gleichmäßig gebaut und liegen 4 m, 4 m und 9,5 m von einander entfernt. Diese Abstände werden durch Förderer überbrückt, die die Bagasse von einem Walzwerk zum andern bringen.

Das Abpressen des Saftes aus den Rohrrückständen ist nur bis auf einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt herab wirtschaftlich möglich. Damit nun in dieser restlichen Flüssigkeit nicht wertvoller Saft verloren geht, leitet man zu der Bagasse, nachdem sie aus dem Walzwerk ausgetreten ist, Wasser, das sich mit ihren Saftresten vermischt, sie verdünnt und mit ihnen abgepreßt wird.

Dieses Verfahren (Imbibition, auch Maceration genannt) hat verschiedene Spielarten und kann auch mehrmals wiederholt werden; so wird z. B. bei dem beschriebenen Verbundwalzwerk hinter dem ersten, zweiten und dritten Walzwerk verfahren, man gewinnt dadurch etwa 95 vH des ursprünglich im Rohr enthaltenen Zuckers. Die das letzte Walzwerk verlassende Bagasse enthält 46 bis 50 vH Flüssigkeit.

Der Vorbrecher und die ersten drei Walzwerke, Abb. 4, werden durch ein gemeinsames großes Rädervorgelege, Abb. 5, von einer Dampfmaschine angetrieben, deren Zylinder-Durchmesser mit Rücksicht auf Unregelmäßigkeiten in der Dampferzeugung und

Abb 1 bis 3. Zuckerrohr-Walzwerk, gebaut von Fried. Krupp A.-G. Grusonwerk, Magdeburg-Buckau.

Schnitt a-b.

Abb. 4 und 5. Teile des Zuckerrohr-Walzwerkes während des Zusammenbaues.

Zufuhr gewöhnlich sehr reichlich gewählt wird. Das letzte Walzwerk hat ein besonderes Vorgelege und eine besondere Dampfmaschine. Die Verbindung zwischen den Walzwerk- und Vorgelegewellen wird bei allen Walzwerken, ähnlich wie im Eisenwalzwerkbetrieb, durch Kupplungsspindeln und Muffen hergestellt. Die Zuckerrohrwalzen drehen sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten, die einen mittleren Wert von etwa 2,6 Uml./min ergeben. Wenn man bedenkt, daß, rd. gerechnet, 800 PS zur Wirkung gelangen, so kann man sich vorstellen, welch gewaltige Drehmomente und Beanspruchungen allgemein in den Vorgelegen und Walzwerken bei dieser langsamen Umdrehung auftreten. Es leuchtet daher ein, daß nur sehr hochwertige Baustoffe auf die Dauer den Anstrengungen gewachsen sind, und daß an die Leistungsfähigkeit der Bearbeitungswerkstätten hohe Ansprüche gestellt werden müssen. Die Baustoff-Frage spielt im Zuckerrohrwalzwerkbau überhaupt eine große Rolle, und es gehört langjährige Erfahrung dazu, die richtige Auswahl der für die einzelnen Teile erforderlichen Baustoffe zu treffen.

Die Bagasse wird nach dem Verlassen des letzten Walzwerks durch einen Förderer auf einen Querförderer gehoben, der sie unmittelbar über die Kesselfeuerungen bringt. Zum Antrieb der verschiedenen Förderer und des Kippers dienen besondere kleine

Zwillingsdampfmaschinen mit Rädervorgelegen oder unmittelbar die Walzwerkwellen. Auf deren Enden sind dann Kettenscheiben aufgesetzt, die mittels Gelenkketten und unter Einschaltung von Lamellenkupplungen arbeiten.

Der aus dem Rohr abgepreßte Saft wird in Becken, die vom Gründungsrahmen der Walzwerke gebildet werden, aufgefangen und durch die Saftrinnen zum Saftreiniger geführt, wo etwa mitgerissene Rohrstücke abgesiebt und auf eines der Walzwerke zurückgegeben werden. Das für die Belastung der Vorbrecher- und Walzwerkwalzen erforderliche Druckwasser wird Druckwassersammlern entnommen, von denen je einer für den Vorbrecher und jedes Walzwerk vorhanden ist. Eine einzige Dampfpreßpumpe erzeugt das für die Sammler erforderliche Druckwasser.

Der gewonnene Mischsaft wird in Klärbottiche gebracht und auf Zucker verarbeitet, wobei das Verfahren ähnlich, wenn auch nicht völlig gleich dem ist, wie es in der Rübenzuckerfabrik mit dem Diffusionssaft vorgenommen wird. Die Einrichtung ist im wesentlichen dieselbe. Die Melasse, die bei der Gewinnung des Rohrzuckers übrig bleibt, ist wegen ihrer aromatischen Stoffe wertvoll. Vergoren und destilliert ergibt sie den echten Rum und Arrak.

Die Wärmewirtschaft in der Rohrzuckerfabrik ist besonders wichtig. Die Bagasse enthält beinahe 50 vH Wasser. Mit dem Fasergehalt und den Resten des darin enthaltenen Zuckers stellt sie einen Wärmewert von etwa 2200 kcal dar. Sie wird unmittelbar nach den Feuerungen der Dampfkessel geführt. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit ist es wünschenswert, den ganzen Wärmebedarf der Fabrik aus der Bagasse zu decken. Leider wird dieses Ziel in vielen Anlagen infolge unvollkommener Einrichtungen nicht erreicht. Es wird dann erforderlich, Kohlen oder Öl, die gewöhnlich auf dem Seewege weit hergeholt werden müssen, oder Holz als Zusatz zu verfeuern. Ferner ist es wünschenswert, jedoch häufig ebenfalls nicht erreicht, im Laufe der Kampagne einen gewissen Vorrat von Bagasse zu erübrigen, mit dem die nächste Kampagne eingeleitet werden kann. Neuere Bestrebungen in der Kultur des Zuckerrohrs zielen darauf hin, den Fasergehalt des Rohres immer mehr zu vermindern, um so den Saft- und Zuckergehalt zu heben. Dadurch wird es noch mehr erschwert, allein mit der Bagasse als Heizstoff für den Betrieb der Fabrik auszukommen, denn ihre Menge wird geringer, die Menge der zu verkochenden Flüssigkeit aber größer. Die Anwendung nur hochentwickelter Verdampfeinrichtungen, Kesselfeuerungen und Kessel versteht sich deshalb von selbst. Dem wärmetechnisch gebildeten Ingenieur steht hier noch ein weites Feld der Betätigung offen, das in der Vergangenheit häufig sehr vernachlässigt worden ist.

Abb. 6. Anordnung der Bagassebrücke zwischen den Walzen.

Auffallend ist für den Nichtfachmann die reichliche Verwendung von Dampfmaschinen für die verschiedenen Antriebzwecke. Diese Erscheinung wird jedoch verständlich, wenn man bedenkt, daß die Dampfmaschinen mit Auspuff arbeiten und der Abdampf später als Heizdampf für die Kocher benutzt wird. Die gebundene Dampfwärme wird auf diese Weise voll ausgenutzt. Die Dampfantriebe finden auch heute noch viele Liebhaber bei den Zuckerfachleuten. Häufig sind jedoch auch elektrische Einzelantriebe sowohl für die kleineren Hilfsmaschinen, wie auch oft für die Walzwerke selbst zu finden; jedes Walzwerk und der Vorbrecher werden dann von je einem Elektromotor angetrieben. [1450]

Das Lagermetall „Thermit".

Als Grundstoff für den Aufbau einer Legierung zum Ausgießen von Lagern ist Blei insofern hervorragend geeignet, als es sich dem Zapfen vorzüglich anschmiegt und sich wenig erwärmt. Dagegen bereitet es Schwierigkeiten, mit den bisher für die Härtung gebräuchlichen Stoffen, nämlich Antimon, Zinn und Kupfer[1]), den erforderlichen Härtegrad hervorzubringen und außerdem zu verhindern, daß das Blei beim Schmelzen infolge seines hohen spezifischen Gewichtes zu Boden sinkt und sich von den übrigen Legierungsbestandteilen trennt. Diese Schwierigkeiten machen sich z. B. bei der bekannten Legierung mit 5 vH Zinn, 15 vH Antimon, Rest Blei stark geltend. Durch Kupferzusatz läßt sich zwar eine größere Härte erreichen und auch das Seigern einigermaßen verhindern; eine wirklich ausreichende Kupfermenge setzt aber die Gießtemperatur unverhältnismäßig herauf, vergl. Abb. 1. In der Zusammensetzung, wie es gewöhnlich verwendet wird, ist das Metall ziemlich weich und neigt sehr zum Festhaften am Zapfen, wobei sich die Oberfläche abschält, eine Erscheinung, die gewöhnlich als „Schmieren" bezeichnet wird.

Abb. 1. Alte Legierung. Abb. 2. Lagermetall „Thermit".
Abb. 1 und 2. Schmelzvorgang bei Lagermetallen.

Es ist nun der Firma Th. Goldschmidt, Akt.-Ges., Essen, zusammen mit dem Unterzeichneten gelungen, eine Legierung herzustellen, die bei niedrigem Zinngehalt geringe Zusätze von Nickel und einigen weiteren Elementen enthält und bei hoher Härte die mäßige Gießtemperatur von 480° aufweist, Abb. 2. Wenn nicht in fahrlässiger Weise von der richtigen Temperatur allzusehr abgewichen wird — ein Fehler, der auch für hochzinnhaltiges Weißmetall verhängnisvoll ist —, so bleibt die Legierung bei wiederholtem Umgießen praktisch unverändert. Abb. 3 und 4 zeigen, daß eine 14mal umgeschmolzene Legierung ein einwandfreies Gefüge mit gleichmäßig verteilten Härtekörpern hat, so daß das Metall bei sorgfältiger Behandlung fast beliebig wieder verwendet werden kann, was für die Wirtschaftlichkeit unter Umständen ausschlaggebend ist.

In bezug auf die Gleiteigenschaften kommt dieses mit dem Namen „Thermit" bezeichnete Lagermetall einem hochzinnhaltigen, sorgfältig vergossenen Weißmetall gleich. Die nach dem Hanffstengelschen Versuchsverfahren[2]) aufgenommene Kurve des Gleitwiderstandes verläuft bei beiden Legierungen ähnlich, die Laufzeit bis zum Auftreten der ersten Späne ist praktisch dieselbe, d. h. beide Legierungen halten mit einer bestimmten Ölmenge ungefähr gleich lange aus. Das häufig benutzte Weißmetall mit 42 vH Sn versagt nach wesentlich kürzerer Zeit, ebenso Legierungen mit 5 bis 10 vH Sn, die außerdem das diese Art von Legierungen kennzeichnende rasche Ansteigen des Gleitwiderstandes im Augenblick des Versagens zeigen. Diese Erhöhung des Widerstandes deutet auf ein Festhalten des Lagermetalles an der Welle hin, das zum Abschälen der obersten Schicht führt.

Abb. 3 und 4. Kleingefüge des Lagermetalles „Thermit" im ursprünglichen Zustande (links) und nach 14maligem Umschmelzen (rechts).

Die Härte des Lagermetalles „Thermit" ist bei 20° mit 33 Brinell (bei 10 mm Kugel-Dmr. und 500 kg Belastung) ungefähr gleich derjenigen eines hochzinnhaltigen Weißmetalles und beträgt bei 120° noch 18 gegen etwa 13 beim Weißmetall.

Der verhältnismäßig niedrige Preis macht die Legierung auch für untergeordnete Zwecke geeignet, so daß es möglich ist, statt der in manchen Betrieben gebräuchlichen zahlreichen Lagermetallsorten ein einziges Metall durchgehend zu verwenden. Die Legierung hat sich rasch in die Praxis eingeführt. [1733] G. v. Hanffstengel.

[1]) Die neuerdings gewöhnlich als „gehärtete Bleilegierungen" bezeichneten Lagermetalle beruhen auf völlig anderer Grundlage; als Härtemittel dienen hier Alkalimetalle, in erster Linie Kalzium und Barium.

[2]) Vergl. „Maschinenbau" vom 10. März 1923.

Der heutige Stand des Formmaschinenbaues.

Von U. Lohse, Hamburg.

(Schluß von Seite 277).

Werden die Abmessungen der zu behandelnden Formkästen größer, und legt man Wert auf eine möglichst standfeste Preßvorrichtung, so muß man dazu übergehen, die Modellplatten ausfahrbar zu machen; natürlich kann bei zu großer Belastung der letzteren das Drehtischverfahren ebensowenig wie die einseitig drehbar angeordnete Modellplatte wegen des einseitigen Druckes auf der Drehnabe mit Erfolg verwandt werden.

Formmaschine mit verschiebbarer Wendeplatte[1]), Abb. 18 u. 19. Diese ist besonders für hohe Modelle geeignet. Die auf Rollen mit Kugellagerung ausfahrbare Wendeplatte *a* wird mit dem Formkasten *b* in das Preßgerüst *c* eingefahren, in dem der Formsand durch Hochgehen des im Preßzylinder *d* befindlichen Preßkolbens *e* verdichtet wird. Nachdem beim Heruntersinken des letzteren nach dem Pressen die Wendeplatte *a* wieder auf die Schienen *f* abgesenkt ist, wird sie in die rechts gezeichnete Stellung vorgezogen und gewendet, worauf die Form mittels des Hebels *g* und der Gleitkulisse *h* durch Vermittlung des Formwagens *i* ausgezogen wird. Bei Beendigung der Modellaushebung setzen sich die Tragräder von *i* auf die Schienen *k* auf, sodaß die fertige Form zum Absetzen aus dem Bereich der Wendevorrichtung herausgefahren werden kann. Die Absenkplatte *l* ist durch Zylinderführungen *m* gut geführt und durch eine Kette mit Gegengewicht *n* ausgeglichen. Die Anwendung der Kurbel und Gleitkulisse zum Absenken der Form bewirkt, da sich der Sand vom Modell beim Beginn sehr langsam und dar allmählich schneller löst, wodurch die bekannte, die Sandfor leicht beschädigende Saugwirkung vermieden wird. Zum Hebe und Senken des Abhebetisches *l* dienen die Handhebel *p* und di Kurbelwelle *q*. Die Schienen *f*, auf denen der Wendeplattenwage läuft, sind in ihrer Höhenlage einstellbar, sodaß die Lage de Wendeplatte *a* der Höhe der Formkasten *b* angepaßt werden kan und so ein möglichst kurzer Preßhub und geringer Preßwasse verbrauch erreicht wird. Die Gegendruckplatte (in der Abbi dung nicht gezeichnet) besteht aus Holzklötzen, die den Al messungen der Formkästen *b* entsprechend gestaltet sind und a die Querverbindungen *s* angeschraubt we den. Die Maschinen werden für Forn kästen von 475 × 375 bis 900 × 600 m gebaut.

Der Formvorgang ist nach de oben Gesagten ohne weiteres verständlic

Formmaschinen mit Abhebewagen[2]), Abb. 20 und 21, sin solche Maschinen, bei denen sowohl de Modellunterteil als auch der Modellobe teil auf je einem besonderen Abhebewage angebracht ist. Beim Pressen werde die Abhebewagen samt Modellplatten un aufgesetzter mit Formsand gefüllte Kastenhälfte unter die Preßvorrichtun gefahren und durch den Preßkolben gege eine in wagerechter Lage festgehalten Druckplatte gedrückt. Sie unterscheide sich in solche mit fester Druckplatte un solche, bei denen diese Platte als Wende platte ausgebildet ist, wobei die Abhebe wagen mit einer festen Modellplatte ode mit Wendeplatte ausgerüstet sein können

Die durch Abb. 20 und 21 gekenn zeichnete Bauart benutzt zwei Form wagen *a* für die Unter- und Oberkasten form mit festen Modellplatten *b*. Beid Wagen sind mit Stiftenabhebung versehen bei der die Abhebestifte *c* an einem Kreu *d* sitzen, das mit seiner Nabe an einen senkrechten Hohlzylinder *e* geführt ist und mit tels des Kurbelmechanismus *f* durch Drehen ar Handhebeln *g* gehoben und gesenkt werde kann. Die auf den Schienen *h* laufenden Form wagen *a* werden beim Hochgehen des Preß kolbens *i* nebst darauf stehendem Formkasten *k* und Sandfüllrahmen *l* gegen die doppelseitig Preßplatte *m* gedrückt, die durch Federriegel *n* in wagerechter Lage gehalten wird. Dabei schieben sich die Verlängerungen *o* der Führungen *p* des Preßkolbens *i* in darüber liegende Augen *q* des Formwagens *a* und zentrieren da durch *a* und *i* während des Kolbenspiels gegen einander. Sind die Modellhälften für Ober- und Unterkasten gleich, so daß ein Wagen zur Herstellung einer vollständigen Form genügt, so kann auf dieser Maschine gleichzeitig nach zwei verschiedenen Modellen und auch in verschiedenen Formkastengrößen geformt werden. Dann werden an die drehbare Gegendruckplatte *m* zwei verschiedene Drehplatten geschraubt, die abwechselnd nach unten gedreht werden.

Für Kastengrößen bis 500 × 700 mm² sind die Abhebevorrichtungen in die Formwagen eingebaut, bei größeren Kästen ordnet man zu beiden Seiten der Presse je einen Druckwasser-Abhebezylinder mit Kolben an, über die die Wagen *a* gefahren werden, so daß die Abhebekolben auf ein in diese Wagen eingebautes Abhebekreuz wirken können, wie es Abb. 21, 22 und 23 erkennen lassen.

Die Maschine ist mit feststehender Gegendruckplatte *m*, zwei Preßzylindern *s* und zwei Abhebewagen *a* mit fester Modellplatte *b* gebaut und für Formkästen von 850×2800 mm² eingerichtet.

Zum Abheben der gepreßten Formen von den Modellen nach oben dienen die beiden Abhebezylinder *t*, deren Kolben *u* auf die an den Abhebewagen *a* zylindrisch geführten Abhebekreuze *d* wirken, die Abhebestifte *c* nach oben schieben und dadurch die Form von der Modellplatte *b* trennen. Der linke Kasten ist in

Abb. 18 und 19. Druckwasser-Formmaschine mit verschiebbarer Wendeplatte.

Abb. 20 und 21. Formmaschine mit zwei Abhebewagen.

[1]) Ausführung: A. Gutmann, A.-G. für Maschinenbau, Ottensen-Hamburg.

[2]) Ausführung: Staatl. Hüttenamt, Wasseralfingen.

…schobener Stellung gezeichnet, während der rechte die Grund-…llung einnimmt.

Um die Zeit zum Sandfüllen zu verkürzen, wird ein fahr-…er Sandbehälter w benutzt. Durch Betätigen der Schieber-…el x können aus diesem die Formkästen beider Abhebewagen … beiden Seiten des Preßhauptes m mit Formsand gefüllt werden. … dargestellte Maschine wird zur Herstellung der Formen von …ksofentüren benutzt. Der Formvorgang ist bei beiden …schinen gleich. Formkasten und Sandfüllrahmen werden auf … Modellplatte des Abhebewagens gesetzt und bis zum oberen …hmenrand mit Sand gefüllt. Dann schiebt der Former den …hebewagen unter die Formpresse und öffnet den Steuerschieber z, …rauf der Preßkolben den Abhebewagen samt dem Formkasten …gen die Gegendruckplatte drückt. Hierauf wird das Preßwasser …gelassen, und der Abhebewagen geht auf die Schienen h nieder. …dann wird die gepreßte Form unter der Presse hervorgezogen …d mittels der Stiftenabhebung vom Modell nach oben ab-…hoben.

Abb 22 und 23. Sonderformmaschine zur Herstellung von Koksofentüren

Die Ausrüstung der Abhebewagen mit Wendeplatten bei …ner Maschine größerer Abmessung zeigen Abb. 24 und 25. Solche …aschinen werden für Formkästen von 1200 bis 1500 mm Dmr. …baut und zum Formen von Schwungrädern, Messerscheiben und …iemenscheiben mit geringer Kranzbreite mit Vorteil benutzt. In … beiden Abhebewagen a sind die Modellträger b drehbar ein-…hängt. Die Träger werden mittels Schneckentriebes c durch …ehen an den Handrädern d gewendet. Auch hier ist die …gendruckplatte e als Wendeplatte ausgebildet, damit die Mög-…hkeit besteht, auf der Maschine gleichzeitig Gegenstände nach …ei verschiedenen Modellhälften zu formen, für welche die …rmunter- und -oberteile gleich sind. Durch Riegel f wird die …gerechte Lage von e gesichert, ein Riegelpaar g dient gleichen …wecken bei den Wendeplatten b. Der hochgehende Preßkolben-…ch h nimmt den ganzen Formwagen mit, wobei h und b durch die …rlängerungen i der Führungsstangen gegeneinander zentriert …rden, die in entsprechende Löcher des Modellträgers b ein-…ingen. Auf den Tischen k der Abhebekolben liegen Form-…enrahmen l zur Aufnahme der fertigen Formen beim Absenken …n den Modellplatten. Auch die Abhebetische k sind durch …itliche Stangen m trotz der langen Kolben n außen noch ein-…l geführt. Die Abhebezylinder o sind mit angegossenen Pratzen auf ⊏-Eisenpaaren befestigt, der Preßzylinder p ebenfalls. Zwei seitliche lange wagerechte ⊏-Eisen q, welche die Laufschienen r tragen, verbinden die Abhebevorrichtungen und die Formpresse zu einem festen Maschinengestell. Das Steuerventil s regelt den Zu- und Abfluß des Druckwassers für den Zylinder p, während die Steuerventile t gleichen Zwecken für die Abhebezylinder o dienen.

Formvorgang: Auf der Wendeplatte b des Abhebewagens a wird die Modellplatte festgeschraubt. Auf ihr wird der Formkasten aufgesetzt und mit Bolzen und Keilen verklammert. Nach Auflegen eines Füllrahmens wird der Sand eingebracht, worauf der Abhebewagen a samt dem Formkasten unter die Preßvorrichtung der Maschine gebracht wird (in der Abbildung der rechte Formwagen). Nach dem Pressen wird der Wagen über die zugehörige Abhebevorrichtung (hier die rechts stehende) gefahren, der Füllrahmen abgenommen und die Wendeplatte durch das Handrad d um 180° gedreht, so daß die Form nunmehr nach Lösen der Klammerkeile nach unten vom Modell abgesenkt werden kann. Die fertigen Formhälften werden dann durch einen fahrbaren Kran von der Maschine entfernt und zusammengesetzt.

b) Formmaschinen mit beweglichem Preßzylinder.

Die Formmaschinen mit beweglichem Preßzylinder sind dadurch gekennzeichnet, daß der Preßzylinder in einem beweglichen Preßhaupt untergebracht ist und mit diesem bei kleineren Maschinen zurückgelegt, bei größeren ausgefahren werden kann. Bei dieser Bauart bleibt daher der mit Sand gefüllte Formkasten während des Pressens auf dem Arbeitstisch liegen, und die Preßkolbenplatte wirkt von oben auf den Sandrücken des Kastens ein. Da der Kolben hier nur die Sandverdichtung zu besorgen hat, nicht aber zu diesem Zweck wie bei den bisher besprochenen Maschinen Arbeitstisch nebst Modellplatte und Form zu heben und gegen den Preßholm zu drücken braucht, ergeben sich kleinere und kürzere Preßkolben; zum Hochziehen nach dem Preßhub sind allerdings dann besondere Einrichtungen nötig, die bei kleineren Kolben aus Schraubenfedern, bei größeren aus besonderem Rückzug-Wasserdruckkolben bestehen. Bei Undichtwerden der Kolbendichtung oder Wasserzuleitung besteht die Gefahr, daß Wasser in die Form gelangt. Man beugt ihr dadurch vor, daß man die

Abb. 24 und 25. Sonderformmaschine mit Wendeplatten.

Kopfplatte des Druckkolbens mit einem entsprechend hohen Rand versieht. Zu Schwierigkeiten kann auch die Zuführung des Druckwassers zur beweglichen Presse führen, da sie gleichfalls beweglich sein muß. Es kommen für eine solche Schläuche oder Gelenkrohre in Frage. Bei guter Wartung dürften jedoch die Übelstände, die sich aus undichten Schläuchen oder Gelenkverbindungen ergeben, vermeidbar sein.

Für große Formen ist der bewegliche Preßzylinder nicht zu empfehlen, weil seine Abmessungen dann zu groß werden und die Unterbringung im Preßholm schwierig ist. Es bleibt zwar die Möglichkeit, zwei Preßkolben anzuordnen und sie an eine gemeinsame Preßplatte anzuschließen, aber es besteht dann die Gefahr, daß die Kolben nicht gleichmäßig vorgehen und infolgedessen die Sandpressung ungleichmäßig wird; außerdem ist die Wasserzuführung zu teilen, was weitere Undichtigkeitsquellen schafft. In jedem Falle wird das auszufahrende Gewicht sehr groß.

Abb. 26 und 27. Preßformmaschine mit Handabhebung.

Es ist selbstverständlich, daß jede der beschriebenen Abhebevorrichtungen auch bei dieser Art der Pressung von oben angewendet werden kann. Auch hinsichtlich der Art der verwendeten Modellplatten besteht keine Beschränkung, so daß einseitige Modellplatten und auch Wendeplatten benützt werden können.

Preßformmaschine mit Handabhebung[1]), Abb. 26 und 27. Sie dient zur Herstellung von Formen für Kleinguß-Massenwaren. Der unten im kastenartigen Untergestell um die Welle *a* drehbar gelagerte Preßholm mit Preßzylinder *b* ist an den beiden Schwenksäulen *c* entsprechend der Formkastenhöhe einstellbar befestigt. Der Preßkolben *d* hängt mit einer Zugstange *e* an der Rückzugfeder *f*. Anschläge begrenzen die Schwenkbewegung der Holmsäulen *c*, die durch Rolle *i* mit einem (nicht dargestellten) Gegengewicht ausgeglichen ist. Ein Gegengewicht sichert das Verharren der Stangen *c* in senkrechter Stellung. Vom Steuerventil aus wird durch ein Schlauchstück das Druckwasser der an einer Schwenksäule befestigten Rohrleitung zugeführt.

Die Abhebevorrichtung besteht aus einer Kurbel *p* mit Gleitkulisse *q*. Durch Drehen der Welle *r* mittels des Hebels *s* wird der Abhebetisch *t*, auf welchem die (nicht gezeichneten) Abhebestifte befestigt sind, gesenkt bzw. gehoben, wobei er durch vier Zylinderführungen *u* eine gute Führung erhält. Die Maschine wird für Formkästen von 430×350 und 550×375 mm² gebaut.

Das Wasser kann auch zugeführt werden, indem man die eine Schwenksäule und ein Ende der Welle *a* durchbohrt und auf letztere eine Gelenkverbindung setzt, die durch ein festes Rohr mit dem Steuerventil *m* verbunden wird.

Formvorgang: Nachdem bei zurückgelegtem Preßholm der auf die Modellplatte *v* gestellte Formkasten *w* nebst Rahmen *x* mit Sand gefüllt ist, wird die Holzplatte *y* aufgelegt und der Preßzylinder *b* in die gezeichnete Stellung gebracht. Durch Druckwassergeben wird darauf der Sand verdichtet. Dann wird der Preßholm wieder ausgeschwenkt und durch Umlegen des Hebels *s* nach dem Abhebestiftverfahren die Form von der Modellplatte *v* abgehoben.

Preßformmaschine mit Druckwasser-Abhebung[2]), Abb. 28 und 29. Bei diesen Maschinen, die für mittlere Formkastengrößen von etwa 600×800 bis 800×1200 mm² in Frage kommen, läßt sich das Preßhaupt *a* mit dem Preßzylinder *b* auf 4 in Kugellagern laufenden Rollen größeren Durchmessers leicht auf Schienen *c* ein- und ausfahren, so daß der Formkasten *d* beim Sandfüllen und Abheben freiliegt. Das Preß- und Abwasser wird nach und von dem Preßzylinder *b* durch eine bewegliche Rohrleitung *e* geführt, die an das auf dem Zylinder befestigte Ventil *o* mit Steuerhebel *p* angeschlossen ist. Der Preßkolben ist in seiner Höhenlage verstellbar, um toten Hub beim Pressen möglichst zu vermeiden. Er ist als Stufenkolben ausgebildet, um einen besonderen Rückzugkolben zu umgehen. Die Preßplatte *f* sitzt an einer kräftigen Schraubspindel, die im Muttergewinde des Preßkolbens steckt, und kann durch Drehen an den Handgriffen *g* gehoben und gesenkt werden, um sie der Formkastenhöhe genau anzupassen. Die Preßbohle *h* ist an *f* befestigt. Die Bahn des Preßwagens ist durch an die Schienen *c* angenietete Winkelstücke *i* begrenzt. Beim Pressen legen sich die Köpfe *k* der Preßholmstangen *l* gegen kräftige Vorsprünge *m* des Formtisches *n*. Die Modellplatte *q* ist durch roststabartige Balken (nicht gezeichnet), die in dem Formtisch *n* verschiebbar gelagert sind, gestützt. Dadurch ist es möglich, die Abhebestifte für jede innerhalb der Tischgröße der Maschine liegende Formkastengröße einzustellen, außerdem kann man auf der Abhebeplatte *s* Kerndrücker anbringen, durch die senkrechte Kerne unmittelbar mit ausgehoben werden können. In dem Unterteil *u* des Maschinengestells *v* ist der Abhebezylinder *w* eingebaut, dessen Steuerungsventil *x* durch den Hebel *y* betätigt wird. Die Führungsstangen *z* dienen zur Führung und Hubbegrenzung des Abhebekolbens. Diese Maschinen können, wenn es die Art der Modelle verlangt, auch nach dem Durchzugverfahren arbeiten. Es muß dann zwischen der Modellplatte und dem Formkasten eine Abstreifplatte eingeschaltet werden, die dann mit darauf stehender gepreßter Halbform mittels der Abhebestifte nach oben bewegt wird.

Preßformmaschine mit Wendeplattenabhebung[2]) für hohe steilwandige Modelle. Anordnung und Aufbau der Preßvorrichtung sind genau dieselben wie bei der vorher beschriebenen Maschine. Die Wendeplatte wird von zwei Säulen getragen und ist durch Handschrauben in wagerechter Lage feststellbar. Durch Drehen an einem Handhebel können die Tragsäulen, die unten verzahnt sind, mittels der auf einer gemeinsamen Welle sitzenden Zahnräder gehoben und gesenkt werden. Durch ein Gegengewicht sind die zu bewegenden Gewichte ausgeglichen. Solche Maschinen sind für Kasten von 400×500 bis 500×700 mm² gebaut worden.

[1]) Ausführung: A. Gutmann, A.-G. für Maschinenbau Ottensen-Hamburg.

[2] Ausführung: Badische Maschinenfabrik, Durlach.

Abb. 28 und 29. Preßformmaschine mit Druckwasser-Abhebung.

Rüttelformmaschinen.

Über diese Art der Kraftformmaschinen ist bereits früher in ier Zeitschrift[1]) eingehend berichtet worden. Damals lagen n den in Deutschland gebauten Rüttlern noch keine Erfahrunn vor, da die deutschen Gießereien nach den Nachrichten, die Amerika kamen, sich gegen ihre Einführung ablehnend verten. Der Grund der Ablehnung ist in zwei Übelständen zu hen, nämlich der Übertragung der Rüttelstöße auf die Umge g der Maschine, die Erschütterungen und Schwingungen des ßereibodens zur Folge hat, und die lästige Fortpflanzung des laggeräusches.

Es ist das Verdienst der Maschinenfabrik Thyssen & Co. A.G., Mülheim-Ruhr, und der Badischen Maschinenfabrik in -lach, den Bau der Rüttelformmaschinen in Deutschland eingeirt zu haben, wobei es ihnen gelungen ist, die erwähnten Nach zu beseitigen.

Rüttelformmaschinen werden zweckmäßig in den Fällen verdet, wo bei kleineren und mittleren Modellen Sandhaken, rstücke oder Schoren des Formkastens oder hohe Rippen, en und dergl. am Modell das Preßverfahren erschweren, wähd gerade bei den Modellen dieser Art das Handstampfen eine zwierige, große Übung und Aufmerksamkeit verlangende Ar darstellt. Zu dem Arbeitsgebiete der Rüttler gehören ferner Formen, bei denen die Höhe der Modelle oder ihre großen Absungen die Verwendung des Preßverfahrens ausschließen.

Die Rüttelformmaschine ist danach nicht etwa berufen, die ährten Preßformmaschinen ganz zu ersetzen. Sie bietet nur willkommene Ergänzung dazu. Die Wirkungsweise des Rüts bei der Verdichtung des Sandes im Formkasten wurde a. a. O. eits eingehend besprochen, es sei daher hier auf die frühere andlung verwiesen.

Als Antriebmittel wird für die Rüttler meist Druckluft von 4 7 kg/cm² verwendet, jedoch ist bis zu einem Hubvermögen von 0 kg Nutzlast auch Elektromotor- oder Transmissionsantrieb glich.

Rüttelformmaschinen mit Stoß- und Schlagdämpfung werden Hubgewichte von 100 bis 2000 kg und Rütteltischgrößen von × 400 bis 1200 × 1200 mm² verwendet. Bei einem Betriebsck von 6 bis 7 kg/cm² beträgt der annähernde Druckluftbef zum Rütteln einer Kastenhälfte dabei je nach der Größe des bvermögens 0,1 bis 0,6 m³. Bei größeren Hubgewichten muß dingt der Stoß in der Maschine selbst aufgefangen werden, mit die mit dem Stoß verbundenen starken Erschütterungen nicht ch die Gründung auf die Umgebung übertragen werden. Solche enannten stoßfreien Rüttler sind für ein Hubvermögen von bis 25 000 kg und Kastenabmessungen von 600 × 700 × 500 3500 × 4500 × 800 mm³ gebaut worden, wobei der annähernde uckluftbedarf zum Rütteln einer Kastenhälfte bei 6 bis 7 kg/cm² riebsdruck je nach Größe der Maschine zwischen 0,2 und m³ schwankt.

Rüttler ohne Stoßfang.

Bei diesen kann entweder der Zylinder fest und der Kolben veglich angeordnet werden, wie es meist der Fall ist, oder umehrt der Kolben fest und der Zylinder beweglich. Gesteuert wird dabei meist durch den Kolben selbst oder ein vom Rütteltisch betätigtes Gestänge mit Flach- oder Kolbenschieber; der Rüttler ist dann gewöhnlich so eingerichtet, daß die Hubhöhe verändert werden kann. Die auf die Steuerorgane übertragenen Stöße bilden einen Übelstand, der sich aber nur vermeiden läßt, wenn man von einer Steuerung vom Rütteltisch aus absieht und sie durch den Kolben selbst vornehmen läßt, wobei ein Ventil für den Ein-

Abb. 30. Rüttler, Bauart Lohse.

ß und Schlitze in der Zylinderwand für den Auslaß der Luft dienen. ist dabei allerdings schwierig, eine gewisse Kompression am hluß des Rüttelhubes ganz zu vermeiden, wodurch natürlich e, wenn auch unerhebliche, Beeinträchtigung der Stoßwirkung tritt.

Einen mit solcher Steuerung versehenen Rüttler, der nach gabe des Verfassers gebaut wurde, zeigt Abb. 30[2]). Der im linder a steckende Rüttelkolben b ist oben als Tisch für die fnahme der Modellplatte und der Formkastenhälfte ausgebildet d hat unten einen in seinen Boden eingeschraubten gehärteten Stahlbolzen c sowie einen Kolbenring d zur Abdichtung gegen die Zylinderwand. Im Boden des Zylinders a befindet sich das Lufteinlaßventil e mit gehärtetem Kopf f, das durch eine gegen die Haube g anliegende Schraubenfeder h zugedrückt wird. Die Luft tritt durch Schlitze i im Zylinder a aus. Die Führungsstange s verhütet ein Drehen des Kolbens.

Arbeitsweise: Die Luft tritt mit 7 kg/cm² Druck durch das Rohr k in die Haube g. In seiner tiefsten Stellung öffnet der Kolben b mittels des auf den Ventilkopf f drückenden Bolzens c das Einlaßventil e, und die Preßluft dringt in das Zylinderinnere, wodurch alsbald der Kolben b gehoben wird. Infolge des Druckes der Feder h schließt sich das Ventil e, sobald die Berührung zwischen f und e aufhört. Der Kolben steigt weiter infolge der Ausdehnung der nunmehr im Zylinder a befindlichen Luftmenge so lange, bis die untere Kante des Kolbenringes d die Schlitze i öffnet und die Luft entweichen kann. Alsbald fällt der Kolben herunter, und es tritt beim Berühren der Stoßflächen l und m der Rüttelstoß ein. Gleichzeitig wird das Einlaßventil wieder für den nächsten Hub geöffnet.

Diese Art der Steuerung ist für größere Hubgewichte, die größere Zylinderdurchmesser und größere Luftmengen brauchen, nicht gut anwendbar, weil die Abmessungen des Einlaßventiles dann zu groß werden: auch ist eine Änderung der Hubhöhe bei einer solchen Anordnung nicht ganz einfach zu erreichen. Eine solche ist aber auch bei kleineren Rüttlern weniger erforderlich als bei großen, man wählt dabei dann doch lieber eine vom Rütteltisch aus betätigte Schiebersteuerung, wie sie in Abb. 31 zu erkennen ist, oder eine Schlitzkolbensteuerung. Bei dieser schematisch dargestellten Maschine[3]) wird der Stoß bei a durch den äußeren Teil b des Gestelles mittels einer Stoß und Schall dämpfenden Unterlage c auf eine Balkenstange d übertragen. Im Inneren befindet sich der Mittelzylinder e mit dem Rüttelkolben f, der oben den Tisch g zur Aufnahme der Modellplatte und der Formhälfte trägt. An g ist die Steuerstange h angeschraubt, welche die Tischbewegung auf den im Schieberkasten i befindlichen Steuerschieber überträgt. Die Wirkungsweise des letzteren ist ähnlich wie bei Dampfmaschinen. Seitliche Führungsstangen k verhindern ein Drehen des Kolbens.

Abb. 31. Rüttler mit Stoß- und Schlagdämpfung.

Zwei Rüttelformmaschinen für Transmissions- oder Elektromotorbetrieb zeigt Abb. 32. Der Rüttelkolben wird nur durch

Abb. 32. Rüttelformmaschinen für Transmissions- oder Elektromotor-Antrieb.

Hubdaumen bewegt, die von einer wagerechten Welle aus betätigt werden. Die Drehung dieser letzteren wird entweder durch einen Elektromotor unmittelbar oder mittelbar, wie in der Abbildung durch Riemenantrieb von der Transmission aus, bewirkt. Das Bild zeigt zugleich die Verbindung der Rüttler mit Abhebevorrichtungen durch Druckwasser. Bei der linken Maschine wird ein Abheberahmen benutzt, der unter die Unterkante des Formkastens greift. Er ist auf zwei seitlich neben dem Rüttler angebrachten Wasserdruckkolben befestigt, die miteinander durch ein Hebelgestänge verbunden sind, um ein gleichmäßiges Hochgehen

[1]) Vergl. Z. 1912, S. 212.

[2]) Erbauer: Gebr. Pfeiffer, Maschinenbauanstalt, Kaiserslautern.

[3]) Ausführung: Badische Maschinenfabrik Durlach.

zu gewährleisten. Das Bild läßt die fertig gerüttelte und abgehobene Mantelform und das auf dem Rütteltisch befestigte Mantelmodell erkennen. In ähnlicher Weise ist die rechte Maschine mit Wendeplatte und Druckwasser-Abhebekolben als Träger ausgerüstet. Das oben rechts befindliche Handrad mit Schneckentrieb dient zum Drehen der Wendeplatte. Man erkennt die fertig gerüttelte Kernform auf dem Rütteltisch und die auf der Wendeplatte befestigte Kernform.

2. Rüttler mit Stoßfang.

Der Grundsatz dieser Maschinenart wird durch die schematische Skizze, Abb. 33, erläutert. Der Rüttelkolben b mit dem Tisch a bewegt sich hier in einem besonderen Amboß c, der bei i den Stoß auffängt und auf Schraubenfedern d im Zylinder e schwebend gehalten wird. Bei f und g sind Schiebersteuerungen vorgesehen, die ähnlich wie bei der vorigen Anordnung durch Gestänge vom Rütteltisch a aus betätigt werden. Die Kanäle h führen die Luft in und aus dem Kolbenraum. Statt getrennter Ein- und Auslaßsteuerung kann auch ein einziges Steuerorgan angeordnet werden. Durch den Amboß c wird der Rüttelstoß in der Maschine selbst vernichtet und die Gründung fast ganz von Stößen befreit. Das Bestreben muß dabei sein, die Masse des Ambosses möglichst groß gegenüber der Masse von Kolben, Modellplatte und Form zu machen. Je mehr das gelingt, um so besser ist die Vernichtung der Stoßwirkung in der Maschine selbst. Eine vollständige Vernichtung der Stoßenergie würde nach den Gesetzen der Dynamik nur bei unendlich großem Amboß möglich sein.

Abb. 33. Schema eines Rüttlers mit Stoßfang.

Um eine möglichst große Amboßmasse ohne allzugroße Zylinderdurchmesser zu erreichen, hat man in Abb. 34[1]) die Tragfedern nach außen in besondere Kästen des Gestelles d gelegt. Sobald durch die Steuerung, die vom Rütteltisch a aus bewegt wird (nicht gezeichnet), Druckluft unter den Rüttelkolben b geleitet wird, hebt sich dieser mit dem Tisch a, wobei sich gleichzeitig der auf den Federn ruhende Amboß c etwas senkt, bis die höchste Hubstellung erreicht ist. Hierauf gibt der Steuerschieber den Auslaß frei, während der Einlaß abgeschlossen ist, so daß die Luft plötzlich entweicht. Der Tisch a fällt, und der Amb[oß] schnellt in die Höhe, so daß sich beide in einem Stoß tre[ffen]. In diesem Augenblick findet die Sandverdichtung statt.

Abb. 34. Schema eines stoßfreien Rüttlers.

Die Anordnung eines großen Rüttlers mit fahrbarer We[nde- und] Absenkvorrichtung[2]) ist in Abb. 35 und 36 wiedergege[ben]. Der Rüttler a ist zwischen den beiden hydraulischen Wende[vor]richtungen b und Absenkvorrichtungen c aufgestellt. Die Mo[dell]platten für Unter- und Oberkasten werden auf den beiden f[ahr]baren Wendeplatten d befestigt. Hierauf wird der Formka[sten] aufgesetzt, Sand eingefüllt, und die betreffende Wendeplatte [wird] über den Rüttler a gefahren, um dort die Form zu rütteln. Na[ch] dem Verdichten des Sandes wird die Form über die zugehöri[ge] Druckwasser-Wendevorrichtung b gefahren und dort gewendet, daß sie nunmehr unter der Wendeplatte hängt. Alsdann wi[rd] sie über die entsprechende Druckwasser-Absenkvorrichtung c [ge]bracht. Sobald die eine Wendeplatte vom Rüttler fortgefahren i[st,] schiebt man die andere über den Rüttler und stellt die zwe[ite] Formhälfte in derselben Weise unter Benutzung der beiden a[n]deren Wende- und Absenkvorrichtungen her. Die fertigen For[m]hälften werden mit einem Kran von den Abhebetischen abgehob[en] und dann zusammengesetzt. [1681]

Abb. 35 und 36. Rüttelformmaschine mit Wende- und Abhebevorrichtung.

[1]) Ausführung: Badische Maschinenfabrik, Durlach.

[2]) Ausführung: Badische Maschinenfabrik, Durlach.

Berechnung mehrstufiger Kompressoren.

Von M. Seiliger, Helsingfors.

Graphisches Verfahren zur Vorberechnung der mehrstufigen Kompressoren ohne Anwendung der Entropietafel. Die Einführung logarithmischer Koordinaten ermöglicht, die Zustandsänderung durch Geraden darzustellen.

Unter den Verfahren zur graphischen Berechnung der Zustandsgrößen von Gasen bei verschiedenen Zustandsänderungen gilt als einfachstes dasjenige, bei welchem sich die technisch wichtigsten Zustandsänderungen geradlinig darstellen lassen. Dieser Bedingung entspricht am besten das logarithmische Koordinatensystem, worin man fast alle Zustandsänderungen (Isochore, Isobare, Isotherme, Polytrope und Adiabate, letztere für ideale Gase) durch Geraden wiedergeben kann. Der Vorzug dieses Verfahrens besteht noch darin, daß es keiner Tafel bedarf.

In einer früheren Arbeit[1]) habe ich gezeigt, wie man ohne Anwendung der Entropietafeln die Änderung aller Zustandsgrößen bei den Arbeitsverfahren in Verbrennungsmaschinen und Turbinen berechnen kann. Es soll hier die Anwendung dieses Verfahrens auf die Berechnung der Luftkompressoren erweitert werden.

[1]) Graphische Thermodynamik und Berechnen der Verbrennungsmaschinen und Turbinen, Berlin 1922, Julius Springer.

Für einen Kompressor ohne schädlichen Raum und oh[ne] Arbeitsverluste ist die Arbeit beim Verdichten von 1 kg Gas na[ch] der Zustandskurve 1-2, Abb. 1, vom Druck p_1 und der Te[m]peratur T_1 (Punkt 1) auf den Druck p_2 (Punkt 2) — ku[rz] $K.A._{1\text{-}2}$ — im entsprechenden Maßstab durch die schraffier[te] Fläche 1-2-3-4 gegeben. Ist z der scheinbare Schnittpun[kt] der verlängerten Zustandskurve mit der Abszissenachse, dann i[st] bekanntlich die Fläche m-n-z-0 die Wärmehöhe J im Punkt [n] der Zustandskurve 1-2 oder

$$J_n = I_n - U_n - A\,L_n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1),$$

worin I_n der Wärmeinhalt bei gleichbleibendem Druck, U_n die innere Energie und $A\,L_n$ der Arbeitsinhalt im Punkt n der Zustandskurve 1-2 ist.

Die Kompressorarbeit $K\,A_{1\text{-}2}$ (1-2-3-4) ist daher der Un[ter]schied zwischen der Wärmehöhe am Ende (3-2-z-0) und a[m] Anfang (4-1-z-0) der Verdichtung:

$$K A_{1\text{-}2} = J_2 - J_1 \quad \ldots \ldots \quad (2).$$

läuft die Zustandsänderung adiabatisch ($A L + U =$ Konst.), d.n ist

$$K A_{ad.} = I_2 - I_1 \quad \ldots \ldots \quad (2\,\text{ad.}),$$

läuft sie polytropisch ($p v^n = p_1 v_1^n$ oder $T v^{n-1} = T_1 v_1^{n-1}$) ist

$$K A_{pol.} = \frac{n}{n-1} A R (T_3 - T_1) \quad \ldots \quad (2\,\text{pol.})$$

ul hieraus für die isothermische Verdichtung ($n = 1$ und $T = T_1$) durch Ableitung der Unbestimmtheit $\frac{0}{0}$:

$$K A_{isoth.} = A R T \ln \frac{p_2}{p_1} \quad \ldots \quad (2\,\text{isoth.}).$$

letzten drei Formeln ergeben auf 1 Mol., d. h. m kg Gas r Luft ist $m = 29$) umgerechnet, nachstehende einfache rmeln:

$$m K A_{ad.} = m I_2 - m I_1 \quad \ldots \ldots \quad (3)$$

$$m K A_{pol.} = \frac{2n}{n-1} (T_2 - T_1) \quad \ldots \ldots \quad (4)$$

$$m K A_{isot.} = 4{,}6\, T \log_{10} \frac{p_2}{p_1} \quad \ldots \ldots \quad (5).$$

r Luft ist ferner

$$m I = \frac{20}{3} T + 0{,}001 \frac{T^2}{2} \quad \ldots \ldots \quad (6).$$

Wir wollen nun einen mehrstufigen Kompressor, z. B. für Verdichtung von Luft mit Zwischenkühlern auf 200 at, be-rhnen, unter der Annahme, daß 1. die Temperatur in jeder ufe nicht über + 150° C (rd. 430° abs.) steigt und im Zwischen-hler die Luft wieder auf rd. + 25° C (300° abs.) abgekühlt rd, 2. die Verdichtung möglichst nach der Adiabate verläuft d 3. die Kompressorarbeiten den Stufen ungefähr gleich sind.

Im Bereich der Gültigkeit von Gl. (6), oder falls schlechter-gs polytropische Verdichtung angenommen ist, wird die Forde-ng 3 erfüllt, sobald in jeder Stufe dieselbe Endtemperatur er-cht wird.

Die Adiabate $T v^{k-1} e^{\zeta T} =$ Konst. kann man zur Verein-hung der Konstruktion für die Berechnung der Endpunkte ischen 300° und 410° abs. durch eine Polytrope $T v^{n-1} =$ nst. ersetzen, worin

$$n = \frac{k (\ln T_2 - \ln T_1) + \zeta (T_2 - T_1)}{(\ln T_2 - \ln T_1) + \zeta (T_2 - T_1)} = 1{,}39$$

ngenommen $k = 1{,}42$ und $\zeta = 225 \cdot 10^{-6}$).

Den Gang der graphischen Berechnung des Kompressors igt Abb. 2. Der Anfangszustand der ersten Stufe ist in T—$\log p$-Koordinaten durch den Punkt O bestimmt ,95 at und 300° abs.). Wir legen von O die Richtung O-A_1 r Polytrope mit dem Exponenten $n = 1{,}39$. (Die Richtung der olytrope n entspricht in $\log T$-$\log p$-Koordinaten einer Ge-den, die mit der $\log p$-Achse den Winkel α, $\operatorname{arctang} \alpha = \frac{n-1}{n}$ ldet.)

Um die Anzahl der Stufen zu bestimmen, nehmen wir die ndtemperatur mit 420° abs. an; dann entspricht Punkt A_1 dem ndpunkt der Verdichtung in der ersten Stufe und Punkt (I) em Anfangspunkt in der Verdichtung in der zweiten Stufe. erfolgen wir die Konstruktion weiter [Strecke (I)-(II) = (II)-(III) = (III)-(IV) = (IV)-(V) = O-(I)], dann sind (I), (II), (III), (IV) die Anfangspunkte der zweiten, dritten, erten und fünften Stufe, deren Enddruck bis auf rd. 375 at eigt. Da als Enddruck der Verdichtung 200 at angenommen sind, die zwischen Anfangs- und Enddruck der fünften Stufe liegen, so muß der Kompressor fünf Stufen haben.

Um ferner die Verdichtungsarbeit gleichmäßig zu verteilen, teilen wir die Strecke O-V von 0,95 bis 210 at (rd. 10 at Druckverlust angenommen) in fünf ungefähr gleiche Teile und finden so für die einzelnen Stufen die Anfangspunkte I, II, III, IV und die theoretischen Endpunkte a_1, a_2, a_3, a_4 und a_5 der Verdichtung. Diese verschieben wir auf den entsprechenden Polytropen, um rd. 10 vH Druckerhöhung zur Deckung der Druckverluste beim Übergang von einer Stufe durch den Kühler zur andern Stufe zu erzielen. Wir erhalten so die Linienzüge

Abb. 1. Kompressorarbeit.

$$O\text{-}A_1\text{-}I\text{-}A_2\text{-}II\text{-}A_3\text{-}III\text{-}A_4\text{-}IV\text{-}A_5$$

und

$$O\text{-}B_1\text{-}I\text{-}B_2\text{-}II\text{-}B_3\text{-}III\text{-}B_4\text{-}IV\text{-}B_5,$$

welche die Änderung von Druck- bzw. Volumen (Abszissen) und Temperatur (Ordinaten) wiedergeben. Punkt B_1 erhalten wir mit $A_1 B_1 = A_1 (I)$.

Die auf dem Diagramm entnommenen Hauptwerte des Kompressors sind:

	1.	2.	3.	4.	5. Stufe
Anfang der Verdichtung					
Druck	0,95	2,8	8,2	24,5	72,5 at abs.
Temperatur	300	300	300	300	300 ° abs.
Volumen	0,92	0,312	0,105	0,035	0,012 m³/kg
Ende der Verdichtung					
Druck	3,15	9,1	26,5	80	210 at abs.
Temperatur	420	420	420	420	410 ° abs.
Druckverhältnis	3,3	3,3	3,25	3	2,9
Wärmewert der adiabatischen Verdichtungsarbeit	29,1	29,1	29,1	29,1	26,7 kcal/kg

Die Verdichtungsarbeit ist nach Gl. 3) und 6) berechnet und durch 29 dividiert.

Nach Angaben von Noell[1]) sowie von Holborn und Jakob[2]) erhält man durch Interpolation als mittleren Wert der spez. Wärme bei gleichbleibendem Druck für die vierte Stufe $c_p = 0{,}254$ und für die fünfte Stufe bzw. $c_p = 0{,}273$, so daß der Wärmewert der Verdichtungsarbeit 30,5 und 30 kcal beträgt. Diese Werte sind aber nur unter der Annahme richtig, daß die Endtemperaturen der Adiabaten dieselben wie oben angegeben bleiben. In Wirklichkeit ist das aber nicht der Fall, da bekanntlich im höheren Druckgebiet die Luft nicht mehr dem Gasgesetze $p v = R T$ folgt: ihr wirkliches Volumen ist vielmehr größer als das nach der Gleichung berechnete, und ihre Adiabate verläuft flacher als im Niederdruckgebiet. Die Werte 30,5 und 30 kcal/kg werden daher entsprechend kleiner, und die graphisch berechnete Arbeit des Kompressors (143,1 kcal/kg) unterscheidet sich von der theoretischen um kaum 1 bis 2 vH, was praktisch ohne Bedeutung ist.

Die in der Tafel zusammengestellten Werte stimmen auch ausgezeichnet mit den nach dem Entropiediagramm berechneten[3]) überein. [1644]

Abb. 2. Zustandsänderungsgang in einem fünfstufigen Luftkompressor.

[1]) Forschungsarbeiten Heft 184.
[2]) Forschungsarbeiten Heft 187/188.
[3]) Ostertag, Z. 1922 S. 649.

Die Wasserkräfte der Alz.[1]

Von E. Mattern in Potsdam.

Mitteilungen über den bisherigen Ausbau der Alz für elektrochemische Zwecke. Beschreibung der hydraulischen Einrichtungen der Alzwerke, wobei allgemeine Darlegungen über die Anlage der Kraftwasserkanäle in Bayern eingeflochten werden. Das Maschinenhaus und seine Ausrüstung.

Den stärksten Kraftausbau der südbayerischen Flüsse hat bisher die Alz erfahren, die in den Inn einmündet. Hier hat sich eine reiche elektrochemische Industrie niedergelassen. Die Alz ist der Abfluß des größten bayerischen Sees, wodurch das Geschiebe zurückgehalten und der Abfluß gleichmäßiger gestaltet wird.

Die Pläne zum Ausbau der Alz reichen eine Reihe von Jahren zurück. Ihre Verwirklichung wurde lange Zeit gehemmt durch die Absicht der österreichischen Regierung, die Tiroler Ache, den Hauptzufluß des Chiemsees, vor ihrem Eintritt in Bayern nach dem Inn abzuleiten, wodurch die Wasserkräfte der Alz wesentlich verringert worden wären. Diese Gefahr darf als beseitigt gelten. Nach den gegenwärtigen Festsetzungen ist die obere Strecke vom Chiemsee bis Altenmarkt mit 31,5 m Gefällhöhe, Abb. 1, für den Ausbau durch den Staat vorbehalten. Die nächste Strecke von Altenmarkt bis Tacherting wird durch die Bayerischen Stickstoffwerke in München ausgenutzt. Die Kraft dient in der Hauptsache zur Herstellung von Kalkstickstoff für landwirtschaftliche Zwecke, zum Teil werden die umliegenden Ortschaften mit Strom versorgt. Die Genehmigung ist vom Staat auf 70 Jahre erteilt. Die Eigentums- und sonstigen Rechte am Werk gehen danach kostenlos an den Staat über, die Maschinen und die übrigen Teile des elektrischen Werks gegen eine Ablösungssumme. Für beide Werke zusammen wird eine jährliche Nutzungsgebühr von 11 000 ℳ erhoben; sie haben außerdem zur Unterhaltung der Alz jährliche Beiträge zu zahlen.

Die Alz wird hier in zwei Staustufen ausgenutzt: Trostberg und Tacherting (Bauzeit 1909 bis 1911). In Trostberg beträgt das Nutzgefälle 5 m und die Kraftleistung 2500 PS, bei Tacherting 18 m und 10 800 PS. Einzelheiten über diese Werke sind in den Denkschriften des bayerischen Staatsministeriums des Innern für die Jahre 1908/09 und 1910/11 enthalten, ferner in „Österreichische Wasserkraft" 1913 S. 353.

Abb. 1. Der Chiemsee und das Alzgebiet.

Für die Ausnutzung der Alzstrecke unterhalb Tacherting wurden mehrere Pläne verfolgt, die teils eine Nutzbarmachung im eigenen Tal der Alz, teils eine Überleitung dieses Flusses nach der Salzach im Auge hatten. Dieser letztere von der Badischen Anilin- und Sodafabrik Ludwigshafen angeregte Gedanke, der eine Ableitung der Alz unterhalb Tacherting und ein Kraftwerk an der Salzach oberhalb Burghausen vorsah, ist aufgegeben worden, und es ist eine dritte Stufe der Alz, umfassend die Strecke Tacherting-Margarethenberg, ebenfalls von den Stickstoffwerken ausgebaut und im Jahre 1920 fertiggestellt worden. Sie nutzt bei 37 m Gefälle 22 200 PS aus.

Die Alzwerke

Die vierte Staustufe Hirten-Holzfeld ist seit November 1922 im ersten Ausbau fertig und soll in ihren Grundzügen dargestellt werden. Die Unterlagen dazu verdanke ich den freundlichst überlassenen Plänen und Angaben der Direktion der Alzwerke G. m. b. H. in München (Direktor H. Dietz).

Die genaueren Lagen- und Höhenverhältnisse sind aus Abb. 2 und 3 ersichtlich. Die Wasserfassung schließt sich unmittelbar an den Unterkanal der Staustufe Tacherting-Margarethenberg an. Die Einrichtungen für die Wassereinleitung in den Betriebskanal sind so getroffen, daß das Betriebswasser aus dem Alzfluß oder unmittelbar aus dem Unterkanal der Stickstoffwerke entnommen werden kann. Dieses letztere Wasser wird durch einen Düker dem Betriebskanal der Alzwerke zugeführt, Abb. 4 und 5, doch kann auch das Abwasser aus dem Margarethenwerk der Alz zugeleitet werden. Diese verschiedenen Möglichkeiten in Verbindung mit der Vorsorge für die Kiesabführung und Schlammablagerung machen die Wasserfassung zu einer umfangreichen und nicht ganz einfachen Bauanlage.

Die Wasserzuführung

Bevor auf Einzelheiten eingegangen wird, seien einige allgemeine Bemerkungen über die bayerischen Kraftwasserkanäle vorausgeschickt, da diese Bauausführungen von allgemeinerer Bedeutung sind.

Linienführung. Die Gewinnung von Kraftgefäll und die Zuführung des Betriebswassers zum Kraftwerk ist bei den neuen bayerischen Kraftanlagen im allgemeinen nicht in das Flußbett selbst, sondern in Hangkanäle verlegt worden. Die Kultur der Täler hat hohe Anstauungen ohne Umleitungen nicht gestattet, auch dem Einbau seitlicher Kanäle steht oft die Enge der Flußtäler entgegen. Wo die Höhe der begleitenden Berge es ermöglicht hat, laufen die Betriebskanäle mit dem Flusse gleich oder in geringer Entfernung davon (Werke am Inn und an der Alz). Mehrfach wird das Betriebswasser aus einem Flußgebiet in ein benachbartes übergeleitet. Wo die Geländeverhältnisse es gebieten, hat man den Weg quer durch das Gelände nicht gescheut, wie bei dem Kanal der Mittleren Isar. In breiten Tälern sind die Betriebskanäle in deren Gelände hineingelegt, wie bei dem Ausbau der Isar oberhalb München. Das machte zur Notwendigkeit, bei den Isarwerken und den städtischen Werken München-Süd sich auf mäßige Stauhöhen — bis etwa 10 m — zu beschränken, um nicht wertvolles Gelände zu überstauen oder in Gefahr der Verwässerung zu bringen. Das Gesamtgefäll mußte demnach in eine Reihe hintereinander liegender Staustufen geteilt werden, die einen dezentralisierten Betrieb, den Einbau mehrerer Wehre usw. mit sich brachten. So ist z. B. das Gefäll der Isarstrecke von Höllriegelskreuth bis München bei rd. 18 km Länge auf sechs Kraftwerke verteilt. Bei dem neueren Ausbau strebt man eine stärkere Zusammenfassung der Flußgefälle an und scheut selbst nicht die Herstellung langer und kostspieliger Kanäle. Das bringt vor allem auch den Vorteil, daß der Einbau nur eines Wehres nötig und das Übel der Verschotterung verhältnismäßig gering wird. (Mittlere Isar, Lech unterhalb Augsburg.)

Die Kanäle sind, soweit sie nicht im Feld liegen, meist in Kies und Schotter gebettet. Das bedingt naturgemäß die Gefahr von Wasserverlusten durch Versickerung und von Abrutschen bei Hangkanälen, wenn der Untergrund durchweicht ist, und Vorsorge dagegen muß getroffen werden. (Hangkanal bei Krünn für die Umleitung der Isar zum Walchensee.)

Querschnitt der Kanäle. Wie bei den Schiffahrtkanälen sucht man auch bei den Triebwasserkanälen immer noch nach der günstigsten Querschnittform. Dort ging man von dem trapezförmigen Schlauch der älteren Ausführungen zu dem muldenförmigen über, nicht nur aus dem Grunde, weil

[1] Vergl. die Aufsätze des Verfassers über bayerische Großwasserkraftanlagen Z. 1922; sie sind, ebenso wie der vorliegende, im Winter 1921/22 niedergeschrieben, konnten aber wegen Einschränkung des Umfanges der Zeitschrift nicht früher veröffentlicht werden.

Wassermenge m³/s	Rohgefälle m	Nutzgefälle m	Kraftleistung PS (η = 0,75)	Bemerkung
60	max. 63,20	61	36 600 PS	
60	min. 59,35	57	34 200 „	H.H.W. i. d. Salzach
45	63,60	61,40	27 600 „	
30	64	61,80	18 540 „	

Abb. 2 u. 3. Gefällstufe Hirten-Holzfeld (Alzwerke). Lageplan.

Abb. 3. Längsschnitt. Längen: 1 : 100 000, Höhen: 1 : 400.

man aus den Erfahrungen an den Kanalbetten im Betrieb, an den Austiefungen und Ablagerungen beobachtet haben wollte, daß die Muldenform sich naturgemäßer ergibt, sondern weil diese Form sich auch in günstigster Weise durch Trockenbagger mit geringsten Nacharbeiten von Hand herstellen ließ. Neuerdings erheben sich aber wieder Stimmen für die Trapezform bei Schiffahrtkanälen. Ein ähnlicher Entwicklungsgang spielt sich ab bei der Bildung der Triebkanäle. Die ältesten Kanäle dieser Art hatten die Trapezform. Durch entsprechende Abpflasterungen suchte man ihren Bestand dauernd zu erhalten.

Abb. 4.
Auslaufseite des Stauwehrdükers, Bauzustand Frühjahr 1921.

Während in der Schiffahrt die Erfahrungen des Schleppdampferbetriebes mit seinen unvermeidlichen Angriffen auf das Kanalbett auf die Muldenform hinwiesen, ist es im Kraftbetrieb vor allem die Wirtschaftlichkeit, die dahin lenkte. Am günstigsten ist für das Abführungsvermögen ein Querschnitt, bei dem der benetzte Umfang einen geringsten Wert hat. Das ist der Halbkreis. Eine solche Form ist praktisch aber nicht durchführbar und würde sich im Betriebe nicht erhalten. Man sucht deswegen nach Formen, die unter Festhalten an dem Grundsätzlichen den praktischen Bedingungen des Baues und Betriebes Rechnung zu tragen bemüht sind. Dabei nähert man sich der Dreieckform mit ausgerundeter oder mit schmaler wagerechter Sohle. Bei letzterer Art kommt man wieder zur Trapezform, allerdings mit dem Unterschied, daß die Tiefe wesentlich größer ist als früher.

Nach dieser Art sind die neueren bayerischen Kraftwasserkanäle vielfach entworfen und ausgeführt. Bei dem Kanal der Meitinger Werke hat man die alte Trapezform angenähert beibehalten. Die tiefen Kanäle hängen im übrigen von der Geländebeschaffenheit ab und werden nur anwendbar sein, wo tiefe Einschnitte möglich sind und die Gefahr der Absenkung

Abb. 5. Linksseitiger Dükerschlauch betriebsbereit, Absperrschütze gehoben. Frühjahr 1921

Abb. 10. Oberwasserkanal mit Betonschale, betriebsbereit.

Abb. 6 und 7. Querschnitte im Oberwasserkanal.

Abb. 8. Querschnitt im Unterwasserkanal.

des Grundwassers im Gelände während der Bauausführung nicht besteht oder von geringerer Bedeutung ist.

Der wirtschaftlich günstigste Querschnitt ergibt sich aus der Überlegung, daß bei gleicher Wassermenge der Kanalquerschnitt von der Fließgeschwindigkeit abhängig ist. Die Geschwindigkeit beeinflußt ihrerseits die nutzbare Gefällhöhe und der Kanalquerschnitt die Baukosten. Je enger der Kanal, desto größere Gefällverluste entstehen, je weiter, desto größere Anlagekosten. Im allgemeinen hat man in Bayern ein Sohlengefäll von etwa 1 : 10 000 als zweckmäßig erachtet. Man muß die Werteinbuße durch die Gefällverluste gegen die Verminderung der Einnahmen infolge Verzinsung und Tilgung der Mehrkosten des weiteren Querschnittes abwägen. Der günstigste Querschnitt ist der, bei dem die gesamten Verluste am kleinsten werden.[1] Dieser Umstand hat darauf hingewiesen, Vorsorge zu treffen, daß die Reibung an den Kanalwandungen soviel wie möglich verringert wird. Das kann geschehen durch Auskleidung der Böschungen mit glatten plattenartigen Betonierungen. Diese Ausführung ist gegenwärtig in Bayern sehr üblich, nachdem ältere Anlagen, wie München-Süd I (Unterkanal), damit vorangegangen waren. Dort, wo die Kanäle auf hohen Aufträgen und in durchlässigem Gelände am Hange liegen, sollen die Betonierungen zugleich auch abdichten. Bei dem Meitinger Kanal hat man jedoch die alte Abdichtung durch eine Lehmlage gewählt, die durch eine Kiesüberdeckung geschützt wird.

[1] Weiteres s. Mattern, Ausnutzung der Wasserkräfte, 3. Auflage 1921 S. 254.

Abb. 9. Auskleidung des Oberwasserkanales mit einer 15 cm starken Betonschale.

Es ist die Frage, ob sich der Zustand der glatten Wandungen auf die Dauer halten wird. Die Erfahrung lehrt, daß sich die Fugen im Beton zersetzen, verbreitern und mit Gestrüpp bewachsen, wodurch naturgemäß die Reibung sehr vermehrt wird. So entsteht die Gefahr, daß die Verminderung des Gefällverlustes, die die Kosten der Betonierung decken soll, aufgehoben wird, die Reibung wie in Erdkanälen wirkt, die geldliche Belastung des Werkes aber bestehen bleibt. Wenn aber bei den hohen Dämmen oder an den Hängen die verhältnismäßig dünnen Betonwandungen infolge Senkungen oder aus anderen Ursachen reißen und brechen und das Kanalwasser in das kalkig-kiesige Erdreich der bayerischen Gebirgstäler dringt, den Boden aufweicht und Gleitflächen bildet, so entsteht die Gefahr des Rutschens und der Wasserverluste. Es wird lehrreich sein, die Erfahrungen dieser Bauweise abzuwarten.

Der Betriebskanal der Alzwerke von der Wasserfassung bei Hirten bis zum Maschinenhause bei Holzfeld ist 16 km lang. Er zieht sich zunächst im Talgelände der Alz bis Burgkirchen teils im Auftrag, teils im Anschnitt der Berghänge hin, wobei die Höhe über Gelände bis zu 10 m beträgt. Die Bahn bei Burgkirchen wird mittels Dükers gekreuzt, wobei oberhalb des Dükers eine Entlastung durch einen 50 m langen Überfall und einen Saugüberfall für 30 bis 35 m³/s Leistung nach dem Halsbach vorgesehen ist. Unmittelbar hinter dem Düker tritt die Wasserführung in den Berg ein. Es folgen vier Stollen mit zusammen 1,5 km Länge, daran schließt sich die Überleitung vom Flußgebiet der Alz nach dem der Salzach bis zum Krafthaus bei Holzfeld unterhalb Burghausen.

Die Höhenverhältnisse des Kanals sind aus dem Längsschnitt Abb. 3 ersichtlich. Wasserspiegel und Kanalsohle haben ein verschiedenes Gefälle. Das Sohlengefälle schwankt in den verschiedenen Strecken zwischen 0,18 und 0,8 vT. Das Spiegelgefälle ergibt sich aus den eingeschriebenen Höhenzahlen des normalen Wasserspiegels. Der Querschnitt des Kanals ist im Ober- und Unterwasser trapezförmig, dort bei normalem Wasserstand 4,5 m tief und mit 14,75 m Spiegelbreite, hier 2,0 m tief bei 32,0 m Wasserspiegelbreite angelegt, Abb. 6 bis 8. Böschungsverhältnisse, Sohlenbreite und sonstige Ausmaße sind aus den Abbildungen zu entnehmen.

Der Oberkanal ist mit einer 20 cm dicken Betonschale ausgekleidet, die bis Geländehöhe reicht und stellenweise mit

Treppen versehen ist. Gegen einfallendes Wild ist allerdings keine Vorsorge getroffen. Der Beton der Schale ist an Ort und Stelle in Feldern von etwa 3 m derart eingebaut, daß zunächst jedes erste, dritte, fünfte Feld usw. betoniert und die Lücken später ausgefüllt wurden, Abb. 9. Die Sohle wurde nachträglich eingespannt. Der Beton ist gebügelt. Ein Bild des fertigen Kanals gibt Abb. 10. Der Kanal ist im Alztal in Kies gebettet, und die Dämme der Aufträge, die bis zu 10 m Höhe erreichen, sind mit gleichem feinem Kies geschüttet. Die Betonschale erfüllt also nicht nur den Zweck, die Reibung zu vermindern, sondern muß auch für Dichtigkeit sorgen. Im nördlichen Teil, z. B. zwischen Stollen 2 und 3, ist der Kanal als Eisenbetongerinne hergestellt.

Betongewölbeschluß in Klinkermauerwerk
6,40

Abb. 11. Stollenquerschnitt.

Die Stollen haben einen Querschnitt nach Abb. 11 erhalten, sind ausbetoniert und geglättet, der Gewölbeschluß ist durch Klinkermauerung hergestellt. Abb. 12 zeigt die Innenansicht des Stollens 3. Der Unterkanal, Abb. 8, ist 1,4 km lang, an den Böschungen betoniert, in der Sohle unbewehrt. Das Sohlengefälle beträgt 0,35 vT.

Abb. 12. Stollen 3 fertig bis auf Sohlenputz; Gewölbeschluß mit Klinkermauerung, sonst betoniert.

Das Wasserschloß ist mit den üblichen Einrichtungen versehen: fünf Einläufen zu den Turbinen, Feinrechen, Rechenputzmaschine, Überfall (50 m lang), Entleerungsschützen usw., sowie einer selbsttätigen Stauklappe, die 30 bis 35 m³/s leistet. Die Entleerungsschützen führen 60 bis 70 m³/s ab. Vom Wasserschloß führen nach vollem Ausbau fünf je 150 m lange Rohrstränge zu den Turbinen, Abb. 13. Die Rohre erhalten 2,6 l. W. und 10 bis 16 mm Blechdicke. Außerdem sind zwei Leerlaufleitungen von 3 m l. W., 10 mm Blechdicke und 175 m Länge angeordnet. Sämtliche Leitungen sind genietet.

Das Krafthaus. Die ausnutzbare Wassermenge schwankt zwischen 20 und 60 und beträgt im Mittel 45,5 m³/s. Außerdem werden von der Wasserführung der Alz 10 m³ für andre Zwecke vorbehalten. Das Rohgefäll wechselt zwischen 59,35 und 64 m und beträgt im Mittel 63,6 m; dementsprechend beträgt das Nutzgefäll 57,0 bis 61,8, im Mittel 61,4 m. Bei 75 vH Wirkungsgrad der Turbinen ergibt sich hiernach die mittlere Jahresleistung zu 28 000 PS. Es werden fünf Maschinensätze von je 9000 bis 10 000 PS Leistung eingebaut, davon ein Satz als Aushilfe. Die Maschinen sind als Francis-Zwillingsturbinen mit wagerechten Wellen hergestellt. Die Drehstromerzeuger von je 9000 kVA haben bei 500 Uml./min 10 000 bis 11 000 V Maschinenspannung; die Erregermaschinen sind angebaut. Die Halle bestreicht ein elektrisch angetriebener Laufkran von 15,3 Spannweite und 36 Tonnen Tragfähigkeit. In dem südlich an das Maschinenhaus anschließendem Gebäude, Abb. 13, sind die Schalt- und Hochspannungsräume, der Kommandoraum, Ausbesserwerkstätte uud Kanzlei untergebracht.

Abb. 13. Kraftwerk Holzfeld nach der vorläufigen Fertigstellung

Das Kraftwerk wird für elektrochemische Zwecke arbeiten. Die Anlagen sind inzwischen fertiggestellt worden und haben die Stromlieferung mit zunächst zwei Maschinensätzen aufgenommen. Die erzeugte elektrische Arbeit — bei Vollbetrieb rd. 200 Mill. kWh im Jahr — wird den beiden Gesellschaftern der Alzwerke, dem Reichsfiskus und der Dr. Alexander Wacker-Gesellschaft für elektrochemische Industrie je zur Hälfte zur Verfügung gestellt. Das Reich wird den Strom in der Karbidfabrik am Hardt bei Gorching verwenden, wohin auch das Werk Margarethenberg, das sich ebenfalls im Besitze des Reiches befindet, den Strom liefert. Eine Hochspannungsleitung von Holzfeld nach Hardt ist im Bau. Die Dr. Alexander Wacker-Gesellschaft nutzt den Strom in den elektrochemischen Werken aus, die sie auf der Hochebene oberhalb des Maschinenhauses erbaut hat.
[1113]

Die Wasserkräfte Schwedens.

Nach neueren Schätzungen sind die schwedischen Wasserkraftvorräte, deren größter Teil sich in Norrland befindet, so groß, daß sich 30 bis 35 Milliarden kWh ergeben. Demgegenüber steht ein bedeutend geringerer Kraftbedarf der erst in etwa 20 Jahren voraussichtlich 6 Milliarden kWh betragen wird. Davon entfallen auf das flache Land ohne Industrie nur 10 vH, für die Städte rechnet man auf rd. 15 vH, während die weitaus größte Kraftmenge, etwa 50 vH, für die Bedürfnisse der Großindustrie auf dem flachen Lande aufgewendet werden muß. Hierbei ist die elektrothermische und elektrochemische Industrie unberücksichtigt geblieben.

Von der Kraftmenge, die die Großindustrie des flachen Landes gegenwärtig gebraucht, rechnet man 60 bis 70 vH auf die Holzmasse- und Papierindustrie, 7½ vH auf Sägewerke, 20 vH auf die Eisen- und Grubenindustrie, 7½ vH auf verschiedene Industrien und 2 vH auf die Textilindustrie, die sich zum größten Teil in den Städten angesiedelt hat. Den Kraftbedarf der Eisenbahn schätzt man auf 15 vH des gesamten Kraftbedarfes. Dieser wird ohne die elektrothermische und chemische Industrie zu rd. 2½ Milliarden kWh angenommen, aber der gegenwärtige Verbrauch an elektrischer Energie macht nur 1,65 Milliarden kWh aus, da der übrige Bedarf durch unmittelbare Verwendung von Wasserkraft oder durch Wärmekraft gedeckt wird. („Die Wasserkraft" 15. März 1923.)
[M 408]

Kraftfelder an Knotenblechen eiserner Fachwerke.

Berichtigung: Im Abschnitt „Versuche" des Aufsatzes in Z. 1923 S. 390 r. Sp. muß der letzte Satz heißen: Die Punkte S liegen infolge der symmetrischen Ausbildung des Knotenbleches auf der Mittelachse, und ihre Abstände sind abhängig (nicht unabhängig) von den Nietkräften. [M 412]

Wilhelm Hartmann †.

Wieder hat der Tod eine fühlbare Lücke in die Reihe wissenschaftlicher Führer der Technik gerissen. Am 21. Dezember 1922 verschied — zwei Tage vor vollendetem 69. Lebensjahre — Wilhelm Hartmann, außerordentlicher Professor der Technischen Hochschule Charlottenburg, gerade als er kurz vorher berufen war, trotz seines hohen Alters, den Lehrauftrag für Getriebelehre als ordentlicher Professor zu übernehmen, nachdem er schon 25 Jahre dieses Fachgebiet als Nachfolger Reuleaux' zu hoher Vollendung und endlicher Anerkennung seiner Fachgenossen bearbeitet und entwickelt hatte.

Am 23. Dezember 1853 zu Hildesheim geboren, besuchte Wilhelm Hartmann bis April 1868 die Volksschule und lernte dann bei dem Mechaniker Meyer in Hildesheim vier Jahre als Mechanikerlehrling. Hier hatte er Gelegenheit, die physikalische Lehrmittelsammlung des Hildesheimer Gymnasiums in Stand zu setzen, und die gleichzeitige eifrige Beschäftigung mit Müller-Pouillets Lehrbuch der Physik reifte in ihm den Gedanken, sich dem wissenschaftlichen Studium der Technik zu widmen. Nach zweieinhalbjährigem Besuch der gerade ins Leben gerufenen Gewerbeschule seiner Vaterstadt bestand er im Herbst 1874 die Reifeprüfung mit Auszeichnung und bezog nach Ableistung seiner militärischen Dienstpflicht am 1. Oktober 1875 die königliche Gewerbeakademie zu Berlin. Der Zufall verhalf ihm hier sofort zur Bekanntschaft mit Reuleaux, der für seinen ganzen Werdegang von maßgebendem Einfluß wurde.

Nach arbeitsreicher, aber auch fröhlicher Studentenzeit — er trat in die „Hütte" ein, wo er lange Zeit hervorragende Ämter bekleidete, auch erster Vorsitzender war — bestand Hartmann am 28. Januar 1880 die Bauführerprüfung mit Auszeichnung und war dann kurze Zeit bei der Berliner Stadtbahn und schließlich bis April 1882 bei der Eisenbahndirektion Magdeburg tätig. Auf Grund seiner kinematischen Studien erfand er hier eine Lokomotiv-Tender-Kupplung, die nach glänzend verlaufenen Probefahrten vielfach eingeführt wurde, allerdings ohne dem Erfinder einen geldlichen Nutzen zu bringen.

Nachdem er dann am 17. April 1882 seine Baumeisterprüfung abgelegt hatte, trat Hartmann als Assistent bei Reuleaux ein. Mit Feuereifer widmete er sich der neuen Tätigkeit, so daß er den bald darauf schwer erkrankten Lehrer voll vertreten konnte. Auf Grund der Versuche in Magdeburg verfaßte er als erste Frucht seiner praktischen Tätigkeit 1884 die „Theorie der Lokomotiv-Tender-Kupplungen", die auch zur Entdeckung eines neuen Verfahrens zur Aufsuchung des Krümmungskreises führte.

Unliebsame Vorgänge, die sich in den folgenden Jahren an der Technischen Hochschule abspielten, veranlaßten Hartmann, das Anerbieten des Vereines deutscher Ingenieure anzunehmen, als Schriftleiter von dessen Zeitschrift tätig zu sein und den Verein auf der Weltausstellung in Chicago 1893 zu vertreten, eine Aufgabe, die er mit vielem Geschick und Erfolg gelöst hat. Kurz nach seiner Ankunft in Amerika erhielt er die Nachricht, daß ihm am 24. April 1893 der Professortitel verliehen sei. Zahlreiche in der Zeitschrift des VDI veröffentlichte Berichte und Abhandlungen über die Ausstellung legen beredtes Zeugnis von seiner Tätigkeit ab, die durch seine Ernennung zum Preisrichter für Maschinenbau und freie Künste gekrönt wurde.

Aus Amerika zurückgekehrt, gab er bald — 1894 — seine Stellung als Schriftleiter der Zeitschrift des VDI auf, um neben seiner Assistentenstellung an der Technischen Hochschule als Zivilingenieur, technischer Berater und gerichtlicher Sachverständiger tätig zu sein.

Aber schon die Berliner Gewerbe-Ausstellung des Jahres 1896 unterbrach seine ruhige Arbeit, da er an hervorragender Stelle mit der Leitung der Ausstellung betraut und auch zum zweiten Vorsitzer des Gesamtpreisgerichtes ernannt wurde. Am 1. Oktober 1898 zum Chefingenieur der Reichskommission für die Weltausstellung in Paris 1900 bestellt, mußte er seine Lehr- und Forschertätigkeit erheblich einschränken, besonders als er bald darauf seinen Aufenthalt in Paris zu nehmen gezwungen war. In dieser Stellung, wie auch als Vorsitzer des internationalen Preisgerichts für allgemeinen Maschinenbau löste er die ihm gestellten schwierigen Aufgaben zur größten Zufriedenheit aller Beteiligten. Das ergibt sich wohl am besten aus der Tatsache, daß er einer der wenigen Deutschen war, die neben anderen Ehrenzeichen die Medaille der französischen Republik in Sèvres-Porzellan erhielten.

Mit Paris schloß Hartmann seine Tätigkeit auf Weltausstellungen und als Preisrichter ab, um sich nunmehr ganz der Lehrtätigkeit sowie wissenschaftlichen Forscherarbeiten zu widmen. Von den zahlreichen in der Zeitschrift des VDI erschienenen Abhandlungen mögen nur die „dynamische Theorie der Dampfmaschine" (1892), „ein neues Verfahren zur Aufsuchung des Krümmungskreises" (1893), „Bewegungsverhältnisse von Stern-getrieben mit unrunden Scheiben" (1905) erwähnt werden.

Das Ergebnis seiner Untersuchungen über die Bewegungsvorgänge in Maschinengetrieben faßte Hartmann zusammen in dem ersten Bande seines 1913 erschienenen Lehr- und Handbuches über „Die Maschinengetriebe". In diesem grundlegenden Werk behandelte er ungemein klar und anschaulich die geometrische Bewegungslehre mit Rücksicht auf die Untersuchung der Bewegungsverhältnisse und das Entwerfen von Maschinengetrieben. Der zweite Band, der den Aufbau der gesamten Maschinengetriebelehre und die Anwendung der Phoronomie darlegen sollte, hat trotz bedeutender Vorarbeiten nicht vollendet werden können.

Auch in anderen wissenschaftlichen Zeitschriften, so besonders in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes, in der Zeitschrift für Instrumentenkunde, veröffentlichte Hartmann zahlreiche wertvolle Abhandlungen aus seinem besonderen Tätigkeitsgebiete.

Dem Verwaltungsrat des Deutschen Museums für Meisterwerke der Naturwissenschaft und Technik in München gehörte Hartmann seit der Gründung dieser Anstalt 1912 an. Dort richtete er die Abteilung für Getriebelehre ein und verschaffte ihr viele wertvolle Modelle und Zeichnungen.

Als den Höhepunkt seines Lebens betrachtete Hartmann die im Jahre 1912 erfolgte Enthüllung des Reuleaux-Denkmals im Garten der Technischen Hochschule zu Charlottenburg, zu dem er die Anregung gegeben hatte, und das hauptsächlich durch seine eifrigen Bemühungen zustandegekommen war.

Das Erbteil seines 1905 heimgegangenen Lehrers Reuleaux hat Wilhelm Hartmann in fleißiger jahrzehntelanger Arbeit unermüdlich gepflegt, trotz aller Gegner, die die Kinematik als unfruchtbaren Wissenskram bezeichneten und die Bedeutung der Getriebelehre für gewisse Zweige des Maschinenbaues nicht anerkennen wollten. Er hat die schon unter seiner Mitwirkung angelegte wertvolle Sammlung kinematischer Modelle durch viele neue Getriebe vervollständigt und seine Zuhörer für die Wissenschaft zu begeistern verstanden. Ihm war die Arbeit Lebensbedürfnis, ihn leitete einzig das Bestreben, die Wissenschaft und die deutsche akademische Jugend zu fördern. Nur so vermochte er, trotz aller äußeren Schwierigkeiten und Hemmungen, seine Vorlesungen durchzuführen und seiner Wissenschaft endlich die ihr gebührende Anerkennung zu erringen. Erst im vergangenen Jahre, kurz vor seinem Tode, wurde die Bedeutung des von Hartmann gepflegten Wissensgebietes von den maßgebenden Stellen anerkannt und die Schaffung eines Lehrauftrags dafür vorgeschlagen, der dem Verblichenen, trotzdem er bereits die Altersgrenze erreicht hatte, übergeben werden sollte. Somit hatte Hartmann die Freude, diese Entwicklung wenigstens noch zu erleben, wenngleich es ihm versagt war, an ihrer Durchführung weiter mitzuwirken.

Ein ungetrübtes Familienleben trug viel dazu bei, den Ernst der Arbeit durch frohe Stunden auszugleichen. Seiner am 14. April 1887 mit Dora geb. Köpler geschlossenen Ehe entsprossen zwei Söhne und eine Tochter, die am 10. Mai 1913 den Dipl.-Ing. Pfeifer ehelichte. Beide Söhne widmeten sich dem technischen Berufe, der älteste, Richard, zog kurz vor Abschluß seiner Doktorarbeit als Freiwilliger in den Krieg, um am 26. Februar 1917 durch einen Artillerievolltreffer in 4000 m Höhe den Fliegertod zu finden. Sein zweiter Sohn, Hans, kehrte 1916 im Luftkampf schwerverwundet, heim.

Der Verein Deutscher Ingenieure wird dem verdienstvollen Fachgenossen ein ehrendes Andenken bewahren.

[1746] C. Fehlert.

RUNDSCHAU.

Wasserkraftanlagen.

Das Wasserkraftwerk Fully.

Die Turbinen dieses Werkes arbeiten mit dem bisher wohl größten tzbar gemachten Gefälle von rd. 1650 m. Das Kraftwerk selbst liegt . 500 m ü. M. im Rhonetal nahe der Stelle, wo der Fluß sich nach ordwesten dem Genfersee zuwendet. Das Wasser wird dem Fully-e entnommen, der 2130 m ü. M. fast genau südlich unter den Haupt-ofeln des Dent de Morcles in einem Hochtal liegt, das nach dem onetal hin durch den Sorniot-Felsgrat abgeschlossen ist. Unmittelbar r diesem Grat liegt in 1990 m Höhe der kleine Sorniot-See, dessen asser durch Pumpen dem Hauptdruckrohr zugeführt und somit eben-ls mit dem Gesamtgefäll ausgenutzt wird. Der nutzbare Stauinhalt t etwa 3,2 Mill. m³ ergibt rd. 10 Mill. kWh im Jahr.

Das Herbeischaffen der Arbeitsgeräte war zunächst sehr mühsam, ; der von unten her in Angriff genommene Tunnel durch den Sorniot-at fertiggestellt war. Mehrere Seilbahnen für etwa je 4500 kg Nutz-

Abb. 1. Längsprofil der Kraftwasserleitung.

st wurden hergestellt, so daß es trotz der in der großen Höhe durch e Witterung stark verkürzten Arbeitzeit möglich war, das Kraftwerk ch nur 2¼ Jahren Bauzeit im Oktober 1914 in Betrieb zu nehmen.

Das von A. Thyssen & Co., Mülheim a. d. Ruhr, gelieferte ruckrohr ist von der Wasserfassung aus zunächst durch einen rd. 440 m ngen Tunnel geführt, Abb. 1, liegt dann in einem Graben bis zum umpwerk am Sorniot-See, an das sich ein weiterer, 450 m langer Tunnel schließt, und ist dann wieder bis auf einen kurzen Tunnel in einem raben verlegt. Den Anschluß des Druckrohres an den Fully-See igt Abb. 2. Ein Stollen in 2100 m Höhe sollte ursprünglich wagrecht s nahe an den See vorgetrieben und das letzte Ende von 2 bis 3 m hließlich gesprengt werden. Unvermutet stieß man aber bei a auf hm. Ein Weiterarbeiten wäre nur nach weitgehendem Entleeren des es möglich gewesen, das aber mit Rücksicht auf die Gefährdung der ngebung durch die abfließenden Wassermengen nicht ratsam erschien. uch wäre dadurch die Inbetriebnahme des Werkes um ein bis zwei ihre verzögert worden. Deshalb wurde bei b an einer Stelle, wo man her mit festem Fels rechnen konnte, ein Schacht hochgetrieben und e letzte Verbindung mit dem See ausgesprengt, nachdem der Schacht i c fertiggestellt war. Zwar kann nun der See zunächst nur um 18 m gesenkt werden. Bei tiefem Seewasserstand könnte aber leicht die rbindung zwischen dem See und dem Schacht b weiter vertieft werden, as sich bisher als nicht erforderlich erwiesen hat.

Aus Abb. 2 ist weiter zu ersehen, daß das Druckrohr in einem den unnel völlig ausfüllenden Mauerklotz verankert und durch einen rümmer mit einem bis über den höchsten Seewasserstand reichenden ebrohr verbunden ist. Neben dem Krümmer befindet sich das Absperr-entil nach Abb. 3. Das an einer einfachen Schneckenrad-Seilwinde mit andkurbel hängende Ventil a ist durch lange Blechflügel b im Sieb-hr c geführt und mit einem Hilfsventil d versehen, das zunächst ge-fnet wird, um das Druckrohr zu füllen. Die Übersetzung der Winde t so gewählt, daß das Hauptventil auf keinen Fall geöffnet werden ann, solange das Druckrohr nicht gefüllt ist, da dazu an der Kurbel ne Kraft von rd. 150 kg erforderlich wäre. Anderseits kann das entil jederzeit leicht geschlossen werden. Eine Bremse oder dergl. t nicht vorhanden. Die Anordnung bietet außerdem den Vorteil, daß as Ventil auch während des Betriebes stets hochgezogen und nach-esehen werden kann. Das 800 mm weite Siebrohr c mit Löchern von mm Dmr. kann bei niedrigem Seewasserstand leicht von außen ge-inigt werden, doch ist ein Verschmutzen kaum zu erwarten, da das ewasser stets sehr rein und fast völlig frei von abgestorbenen Pflan-nteilchen oder dergl. ist.

Die am Südende des Sees, also unterhalb der Wasserfassung elegene Sperrmauer aus Bruchsteinmauerwerk ist einschließlich der ündung auf gewachsenem Fels 14 m hoch und an der Krone 109,6 m ng. Ihr Kern besteht aus Beton mit Felstrümmern. An der Talseite nd die Steine nicht behauen, damit ein späteres Verstärken erleich-rt wird, falls die Mauer einmal erhöht werden sollte.

Der Seetunnel ist 1,6 × 2,0 m weit. An seinem unteren Ende bei b, bb. 1, ist ein Absperrschieber und ein selbsttätiges Ventil eingebaut, as die Leitung schließt, falls unterhalb ein Bruch eintreten sollte. ieser Punkt wurde gewählt, weil das Ventil hier leicht zugänglich ist. ritt zwischen ihm und dem Einlaufschacht eine Undichtheit auf, so ann das Wasser höchstens nach dem Sorniot-See ablaufen. Eine Be-hädigung des Rohres ist ja ohnehin fast ausgeschlossen, da es von bis b in dem durch Fels getriebenen Tunnel liegt.

Das selbsttätige Rohrbruchventil, Abb. 4, wird während des regel-rechten Betriebes durch das Gegengewicht a schwebend gehalten. Über-steigt die Durchflußgeschwindigkeit ein festgesetztes Maß, so wird es durch den entstehenden Überdruck geschlossen, wobei seine Bewegung durch die Ölbremse b gedämpft wird. Letztere ist mit Mineralöl ge-füllt, dessen Zähflüssigkeit weniger von der Temperatur abhängig ist als die von Pflanzenölen oder Glyzerin. Das Gegengewicht a kann für Durchflußmengen von 330 bis 1014 l/s eingestellt werden. Sowohl das Absperrventil im Einlaßschacht wie auch dieses Rohrbruchventil haben nur 400 mm l. W. gegenüber einem Leitungsdurchmesser von 600 mm.

Abb. 2. Einlaufbauwerk am Fully-See.

Die bei 800 l/s sich ergebende Widerstandhöhe von rd. 3 m macht aber nur rd. 0,18 vH des Gesamtgefälles aus.

Bis zu dem 1992 m ü. M. gelegenen Pumpwerk am Sorniot-See liegt die Leitung rd. 1,25 m tief in einem Graben auf einer Steinpackung. Ein Einfrieren ist nicht zu befürchten, da die Wassertemperatur auch bei Lufttemperaturen bis — 30 ° C nicht unter + 4 ° C sinkt. Das Pump-werk besteht aus einer mehrstufigen Kreiselpumpe für 200 l/s bei 3 bis 4 m Saughöhe, 154 m manometrischer Druckhöhe und 1450 Uml./min. Der Kraftbedarf beträgt bei 74 vH Wirkungsgrad 570 PS. Die Pumpe wird unmittelbar von einem 600 PS-Drehstrommotor getrieben und drückt das Wasser durch ein Rückschlagventil in das Hauptdruckrohr. Sie

Abb. 3. Absperrventil. Abb. 4. Selbsttätiges Rohrbruchventil.

arbeitet besonders im Frühjahr während der Schneeschmelze. Ist das Kraftwerk Fully nicht im Betrieb — es dient zur Unterstützung des Hauptwerkes in Martigny —, so liefert letzteres den Betriebstrom. Das Wasser wird dann durch die Druckleitung dem Fully-See zugeführt. Es ist klar, daß bei diesem Betrieb nicht so viel Leistung gewonnen werden kann, wie wenn für den Sorniot-See eine besondere Druckleitung und eine besondere Turbine vorhanden wären. Jedoch zeigt eine Berech-nung, daß der Verlust nur etwa 6 vH beträgt. Berücksichtigt man ferner, daß diese Zusatzturbine nur kurze Zeit im Jahre verwertbar wäre, so ist ohne weiteres verständlich, daß die Anlagekosten viel zu hoch gewesen wären. Auf diesem Wege werden aber immerhin noch 2950 PS für das Fully-Werk gewonnen.

Das Druckrohr hat in der oberen Hälfte (bis zu etwa 1600 m Höhe herunter) 600 mm Dmr., von da bis zum Kraftwerk 500 mm. Bis zum Punkt *g* (rd. 930 m), Abb. 1, sind geschweißte, von da ab nach dem Ehrhardt-Verfahren nahtlos gewalzte Rohre verwendet. Die Wanddicke der geschweißten Rohre von 600 mm Dmr. nimmt von 6 auf 20 mm zu. Die einzelnen Rohre sind 12 m lang. Die Wanddicke der geschweißten Rohre von 500 mm Dmr. nimmt von 17 auf 34 mm zu. Die oberen Rohre sind gleichfalls 12 m lang, die untersten nur 8 m. Die nahtlosen Rohre haben 31 bis 41 mm Wanddicke und Längen von 6 bis 7,5 m.

Die Gesamtlänge der Druckleitung beträgt 4625 m, das Gesamtgewicht der Rohre 1480 t. Die losen Flansche werden durch Schrauben mit Feingewinde und besonders hohen Muttern zusammengehalten. Für die unteren, den höchsten Drücken ausgesetzten Verbindungen wurden Nickelstahlschrauben benutzt. Die ganze Leitung wurde unterirdisch verlegt, so daß außer bei Punkt *g* und im Kraftwerk keine Verankerung erforderlich war. Es wurde mit dem Verlegen im Kraftwerk und bei Punkt *g* begonnen, das zunächst verlegte Stück mit Wasser gefüllt und geprüft und darauf ein weiteres Stück angebaut. Abweichungen aus der Geraden wurden durch zwischen die Rohrenden gelegte keilförmige Ringe hergestellt. Zum Abdichten dient hinter Feder und Nut eingelegter Rundgummi von 10 mm Dicke.

Hinter dem Eintritt der Druckleitung ins Maschinenhaus ist ein Schieber eingebaut und an diesen anschließend ein selbsttätig arbeitendes Sicherheitsventil, das die Leitung erst öffnet, wenn durch ein Umlaufventil die Leitung zur Turbine unter entsprechendem Druck steht. Das Sicherheitsventil schließt selbsttätig, wenn der Druck infolge eines Unfalls ein gewisses Maß unterschreitet. Es dient ferner dazu, die Leitung von verschiedenen Stellen des Maschinenhauses so schnell wie möglich, aber doch so zu schließen, daß gefährliche Drucksteigerungen und Wasserschläge ausgeschlossen sind.

Abb. 5 bis 8.
Sicherheitsventil am Fully-Kraftwerk.

Abb. 9. Auslösevorrichtung für das Sicherheitsventil.

Abb. 5 bis 8 zeigen Schnitte dieses Ventils, Abb. 9 die zugehörige Auslösevorrichtung. Das durch einen Messingüberzug geschützte Ventil *a*, Abb. 5 bis 7, ist durch das Rohr *b* mit dem Zylinder *c* fest verbunden. Der zugehörige Kolben sitzt auf der mit der Ventilführung fest verbundenen hohlen Stange *d*. Diese enthält unten eine große Zahl hintereinander liegender Drosselscheiben, Abb. 8, mit je einer 2,5 mm weiten Öffnung. Ist das Ventil geschlossen (wie gezeichnet) und der Umlauf geöffnet, so wird Druckwasser durch eine Öffnung in der Kolbenstange unter den Kolben treten und das Ventil gegen den einstellbaren Federdruck öffnen. Das Ventil bleibt so lange geöffnet, wie der Wasserdruck unter dem Kolben unverändert bleibt. Sinkt also der Druck in der Turbinenanschlußleitung aus irgendeinem Grund unter den normalen Betriebsdruck, so wird das Ventil durch den Federdruck geschlossen. Die Bewegung wird aber gebremst durch den Widerstand, den das durch die hohle Kolbenstange austretende Wasser in den Drosselscheiben zu überwinden hat. Ferner sind die Schlitze in dem Führungskörper des Ventils, wie aus Abb. 6 und 7 hervorgeht, nach oben hin sehr eng, so daß das Wasser bald nach Beginn der Schließbewegung schon gedrosselt wird. Schließen ist in diesem Fall eine Minute erforderlich.

Abb. 9 zeigt die Vorrichtung zum selbsttätigen oder absichtli Entlasten des Ventilkolbens. Die Kammer *e* steht mit dem Druck vor dem Ventil in Verbindung. Dem auf dem Kolben *f* lastenden serdruck wirkt die Federspannung entgegen. Der Raum *g* steht der hohlen Kolbenstange *d* in Abb. 5 in Verbindung und ist im Be durch das Ventil *h* geschlossen, solange die Klinke *i* den Hebel *k* hält. Letzterer wird freigegeben durch einen Druck auf den Handg oder durch den Federdruck, wenn der Kolben *f* entlastet wird. D Schnurzüge kann das Ventil leicht im Falle der Gefahr von vers denen Stellen des Maschinensaales aus geschlossen werden. Die das Fully-Werk erforderlichen Ventile, Schieber und ähnlichen Vor tungen sind von den L. v. Rollschen Eisenwerken, Bern, gebaut wor

Im Maschinenraum sind an die Druckleitung die vier Turbinen geschlossen. Ein fünfter Anschluß ist für eine später aufzustell Turbine vorgesehen. Auch in diese Zweigleitungen sind Ventile ähnli Art wie nach Abb. 5 eingebaut, jedoch ohne selbsttätige Einstellu

Das verfügbare Rohgefälle beträgt bei einem um 24 m unter Höchststand abgesenkten Wasserstand im Fully-See 1619,9 m. Widerstandshöhen wurden wie folgt berechnet:

obere Rohrleitung mit 600 mm l. W. 2278 m lang	43,0 m
untere Rohrleitung mit 500 mm l. W. 2347 m lang	113,0 „
Einlaßventil mit Krümmer	2,95 „
Sicherheitsventil am Seetunnelende	2,70 „
Schieber am Seetunnelende	0,35 „
drei Krümmungen im Rohrstrang, Selbstschlußventil und Schieber in der Hauptleitung	2,10 „
Abzweigungen zu den Turbinen mit Schiebern 250 l. W.	1,60 „
zusammen	165,70 m

Dieser rd. 10 vH des Rohgefälles betrag Verlust erscheint zwar hoch, ist aber gere fertigt dadurch, daß das Fully-Kraftwerk erster Linie als Aushilfswerk betrachtet wi

Die vier Turbinen sind für je 3000 PS stung bei 15 m Mindestgefälle berechnet. ihre Bauart ist in Z. 1915 S. 958 bericht[1]. Der Durchmesser von Mitte zu Mitte Sc feln beträgt 3550 m, die Umfanggesch digkeit somit bei 500 Uml./min 93 m/s. 38 mm dicke Strahl hat 180 m/s the tische Ausflußgeschwindigkeit; die fangsgeschwindigkeit beträgt somit 0,517fache. Die Umlaufzahl darf bis 750 gesteigert werden, dabei ist ein Wirkungs von 78 bis 81 vH bei Vollast gewährleistet. reicht wurden bei 732 Uml./min 79,5 und 80,5 („Engineering" 24. November, 1. und 15. Dez ber 1922.) [1664]

Eisenbahnwesen.

Die elektrische Ausrüstun der neuen Triebwagen für Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen.

Vor kurzer Zeit sind auf den Berliner Bah die ersten Probezüge für den späteren elek schen Betrieb in Umlauf gesetzt worden, zwar vorläufig unter Verwendung von Da lokomotiven[2]. Man will so Klarheit über zweckmäßigste Wagenbauart erhalten und Ergebnisse bei den Hauptbestellungen beri sichtigen. Im Nachstehenden soll über demnächst einzubauenden elektrischen Einr tungen der Triebwagen Näheres mitgeteilt den. Grundlegend für den Entwurf waren gende Forderungen:

Auf der Stadt- und Ringbahn soll in Zukunft die Anfahrbesch nigung auf wagerechter Strecke 0,5 m/s² betragen; auf den Au strecken mit größerem Haltestellenabstand genügt eine Beschleunig von 0,3 m/s². Der zur Personenbeförderung dienende Fassungsr des Zuges war so groß anzunehmen, wie es die gegebene größte Z länge von 140 m und das Lichtraumprofil nur irgend zuließen. Hier ergab sich die Anwendung von Kurzkupplungen zwischen den Beiwa und die Wahl von Schiebetüren statt Klapptüren. Das Gewicht vollbesetzten, aber nicht überfüllten Zuges wurde zu 300 t angenom und die größte Zugkraft am Radumfang für den ganzen Zug 27 000 kg ermittelt.

In verkehrschwachen Zeiten sollen Züge von halber Länge lau Dadurch kann das Platzangebot dem Bedarf angenähert werden, daß die Zahl der stündlichen Zugfahrten zu sehr eingeschränkt wer muß. Die Halbzüge müssen also an jedem Ende einen Führerst haben und miteinander leicht gekuppelt werden können. Dagegen die Zusammensetzung des Halbzuges in sich während des Betrie unverändert bleiben. Die Halbzüge bestehen aus zwei vierachsi Triebwagen an den Enden und drei dazwischen laufenden miteinan

[1]) Wagenbach, Die Turbinen auf der Schweizerischen Landes stellung in Bern 1915.

[2]) s. V. D. I.-Nachrichten 4. April 1923.

ırz gekuppelten zweiachsigen Beiwagen. Zur Zeit werden auch Halb-ige von andrer Bauart (mit Jakobs-Drehgestellen) vorbereitet.

Die Berechnung ergab, daß für jeden Halbzug vier Motoren von 230 PS Stundenleistung (132 PS Dauerleistung) erforderlich seien, e mit Rücksicht auf kurze Leitungen und Reihenparallelschaltung veckmäßig paarweise unterhalb der Führerstände anzuordnen waren. m die Neigung zum Schleudern zu verhindern, durfte der Triebachs-ruck nicht kleiner als 17 t gewählt werden. Mit Rücksicht auf die röße der Motoren mußten die Triebachsen 1000 mm Raddurchmesser halten, während die übrigen Achsen nur 850 mm Raddurchmesser aben. (Tieflage des Fußbodens!)

Die mittlere Betriebspannung beträgt 750 V. Beim Zusammen-effen günstiger Umstände kann die Spannung bis auf 900 V steigen, agegen muß zu gewissen Zeiten mit sehr erheblichem Spannungsabfall erechnet werden, was insbesondere die Wahl der Steuerung und der Vagenbeleuchtung beeinflußte. Der Betriebstrom wird durch eine ritte Schiene zugeführt. Die Stromabnehmer berühren diese Strom-hiene im allgemeinen von unten, wobei sie durch Federn angedrückt erden. Stellenweise wird dies aber durch bestehende Brückenkon-ruktionen unmöglich gemacht. An solchen Stellen schleifen die tromabnehmer, durch ihr Eigengewicht angedrückt, auf der Oberseite iner isolierten Leitschiene. Da die Stromschiene bald rechts, bald nks vom Wagen liegt, müssen an beiden Seiten Stromabnehmer vor-esehen werden, die, in der Höhenlage einstellbar, an Holzbalken wischen den Achslagerkästen befestigt sind. Unterbrechungen in der tromschiene, die kürzer sind als der Halbzug selbst, sollen noch eine Unterbrechung der Stromzuführung bedingen. Daher führt durch en Halbzug eine Hauptleitung, die die Stromabnehmer des vorderen nd hinteren Triebwagens miteinander verbindet. Die Hauptleitungen er beiden Hälften eines Ganzzuges dürfen jedoch nicht miteinander erbunden werden. Von der Hauptleitung zweigen in den Triebwagen ie Motorströme, in allen Wagen die Heiz- und Lichtleitungen ab.

Die Stromschiene ist streckenweise abwechselnd mit dem positiven der mit dem negativen Pol eines Unterwerkes verbunden. Durch Wech-el der Polarität sollen die schädlichen elektrolytischen Wirkungen ach Möglichkeit eingeschränkt werden. Die Lücken zwischen den ositiven und negativen Abschnitten müssen, damit Kurzschlüsse ver-ieden werden, etwas länger sein als ein Halbzug.

Der Steuerstrom wird jeweilig nur vom führenden Wagen ent-ommen, und zwar für den ganzen Zug. Die Steuerleitungen sind also eim Verbinden zweier Halbzüge zu kuppeln. Sie verursachen keinen urzschluß zwischen Abschnitten verschiedener Polarität der Strom-chiene, wenn dafür gesorgt wird, daß die Steuerleitungen stets nur it den Stromabnehmern eines Halbzuges in leitender Verbindung tehen können. Gegen Betätigung der Fahrschalter in den nicht vom ührer besetzten Triebwagen durch Unberufene muß man sich also urch Abziehen der Kurbel sichern.

Bei gegebener höchster Spitzenzugkraft liegt die mittlere An-ahrzugkraft um so höher, je feinstufiger die Steuerung gewählt wird. robe Sprünge der Zugkraft und Stromstärke sind für die elektrische nd mechanische Einrichtung der Wagen nachteilig. Anderseits wird ie Stufenzahl durch die gebotene Rücksicht auf Einfachheit der Steu-rung beschränkt. Durch Serien-Parallelschaltung und Anwendung je weier Feldschwächungsstufen werden die Verluste durch Widerstände nöglichst verringert. Demnach ergaben sich folgende Schaltstufen: bei Reihenschaltung: 6 Widerstandstufen, 1 ohne Widerstände und Feldschwächungsstufen; bei Parallelschaltung: 2 bis 3 Widerstand-tufen, 1 ohne Widerstände und 2 Feldschwächungsstufen. Die Feld-chwächung wird durch Abschalten eines Teiles der Feldwicklung rreicht.

Als Steuerorgane kamen in Betracht: a) elektromagnetische Ein-elschützen, b) Druckluft-Einzelschützen, c) mechanisch gesteuerte Grup-enschalter. Das gemeinsame Steuerorgan, z. B. eine Nockenwelle, ann dabei auf verschiedene Weise: durch Druckluft, Klinkwerk oder chaltmotor, angetrieben werden. Es war ferner zu entscheiden, ob lle Stufen lediglich durch Einstellung der Führerschaltwalze gesteuert erden sollten, oder ob einer selbsttätigen bezw. halbselbsttätigen teuerung der Vorzug zu geben sei.

Die früher gebräuchliche und erprobte Bauart unter a) schied aus, eil sie bei den großen zu erwartenden Spannungsabfällen nicht mehr it genügender Sicherheit arbeitet. Gegen die Bauarten a) und b) sprach rner ihre Vielteiligkeit. Damit falsche Schaltungen verhindert werden, ind nämlich bei Einzelschützen zahlreiche Verriegelleitungen erforder-ch. Diese entfallen zum größten Teil, wenn die Stufenschalter in estliegender Reihenfolge mechanisch, z. B. durch eine Nockenwelle, etätigt werden. Daher wurden mechanisch gesteuerte Gruppenschalter ewählt.

Das Weiterschalten beim Anfahren verlangt große Aufmerksamkeit es Führers, wenn der Zug bei der Anfahrt stark beschleunigt werden oll, ohne daß die Zugkraftspitzen zu hoch werden (Schleudergefahr). er Führer soll aber seine Aufmerksamkeit in erster Linie der Beob-chtung der Signale und der Strecke zuwenden. Dies führt zur An-endung einer selbsttätigen Steuerung, die sich unter ähnlichen Ver-ältnissen bereits in Amerika gut bewährt hat. Ein Fortschaltrelais ißt dabei den Übergang auf die nächsthöhere Schaltstufe erst zu, wenn urch Erhöhung der Umlaufzahl der Motoren die Stromstärke soweit esunken ist, daß der folgende Schaltsprung keine übermäßige Strom-nd Zugkraftspitze ergibt, und sorgt anderseits dafür, daß das recht-eitige Weiterschalten nicht unterbleibt. Der Führer kann also die urbel des Fahrschalters unbesorgt gleich um mehrere Stufen oder uch sofort bis in die Endstellung vorwärts bewegen. Das Arbeiten es Fortschaltrelais läßt sich durch geeignete Vorschaltwiderstände etwas beeinflussen, so daß nach Wunsch eine Beschleunigung von 0,3 bis 0,5 m/s² eingestellt werden kann.

Hinsichtlich des Antriebes der Nockenwelle unterscheiden sich die von den einzelnen Firmen vorgesehenen Steuerungen, wobei jedoch darauf geachtet werden mußte, daß Wagen verschiedener Herkunft ohne weiteres im gleichen Zuge zusammengekuppelt werden können. Die durchgehenden Steuerleitungen mußten daher ebenso wie die Führer-schalter übereinstimmen. Nach längeren Verhandlungen ist dies erreicht worden. AEG und SSW verwenden eine durch Druckluftkolben bewegte Zahnstange, Bergmann und Maffei-Schwartzkopff-Werke ein elektromagnetisches Klinkwerk. [M 416] Breuer.

Maschinenteile.

Die Dicke der Schmierschicht in Lagern.

Eine neue Arbeit von Dr. T. E. Stanton[1]) beschäftigt sich vorwiegend mit einer Frage, die auch bei uns im Vordergrund des Interesses steht, nämlich der einer Schmierschicht in Lagern und der Gesetze der Verteilung von Druck und Geschwindigkeit in solchen Schichten, und untersucht insbesondere, ob die seit Reynolds üblichen hydrodynamischen Anschauungen berechtigt sind und bis zu welcher unteren Grenze der Schichtdicke sie gelten. Stanton mißt die Druckverteilung in einem geschlossenen Lager und berechnet aus der Druckverteilung die Lage des Zapfens im Lager. Seine Versuchseinrichtung, Abb. 10, ist ganz einfach: ein einseitig gelagerter Zapfen von rd. 26 mm Dmr. trägt eine geschlossene Lagerschale, die auf Kugellagern in einem Belastungsstück drehbar ist, so daß mittels einer einzigen Bohrung der Druck an jeder Stelle des Zapfenumfangs gemessen werden kann. Das Belastungsstück ist mit einer Wägevorrichtung und einer Ölbremse verbunden, damit man das Reibungsmoment genau messen kann.

Abb. 10. Versuchseinrichtung.

Die beobachtete Druckverteilung, Abb. 11, ist hervorragend regelmäßig, was sicher dem Umstand zu verdanken ist, daß die Lagerschale reichlich bemessen war, damit sie bei Erwärmung ihre Form nur wenig ändert; ferner hat Stanton mit einem Spielraum von rd. 2 vH des Zapfendurchmessers gearbeitet, damit etwaige Formänderungen das Verhalten der Schmierschicht wenig beeinflussen.

Um die dünnste Stelle der Schmierschicht zu finden, hat Stanton die Wendepunkte der Druckkurve bestimmt, ein Verfahren, das mit Rücksicht auf den Einfluß, den kleine Beobachtungsfehler hierbei ausüben, sehr gewagt scheint und die Schlußfolgerungen von vornherein auf unsicheren Boden stellt. Danach wurde auf Grund der Reynoldsschen Formeln die Exzentrizität so bestimmt, daß die berechnete Druckkurve möglichst gut mit der beobachteten übereinstimmte. Die Übereinstimmung ist leidlich; sie wäre vielleicht besser, wenn Stanton auf die Veränderlichkeit der Schubzahl mit der Temperatur Rücksicht genommen hätte.

Abb. 11. Druckverlauf in der Schmierschicht eines geschlossenen Lagers.

Die berechnete Exzentrizität $C = 0{,}994$ entspricht einer geringsten Schichtdicke von rd. $\frac{1{,}25}{1000}$ mm, und daraus zieht Stanton den Schluß, daß aller Wahrscheinlichkeit nach die hydrodynamischen Formeln bis zum Zustand des Fressens gelten.

Mit dieser Behauptung dürfte Stanton bis jetzt ziemlich vereinzelt dastehen. Die Frage ist bis jetzt noch nicht geklärt, obschon dahin-

[1]) „The Engineer" 8. Dezember 1922.

gehörige Versuche vorliegen. Sie nimmt bei der neuesten Ölforschung eine erste Stelle ein und betrifft die Beurteilung der Güte des Öles wie jene der Lagermetalle. Zwar liegt kein Grund vor, die Stantonschen Beobachtungen anzuzweifeln, immerhin könnten unmittelbare Beobachtungen der Lage der Welle mittels Mikroskops (nach Vieweg[1]) den Wert der Stantonschen Behauptungen viel eher erhärten, als die Berechnung auf so unsicherer Grundlage.

Abgesehen davon wird jeder Fachmann diese Versuche als einen wichtigen Beitrag zu einer noch in den Anfängen steckenden Arbeit schätzen und sich dem Wunsche, daß Stanton noch weiteres Material veröffentlicht, anschließen. [1688]

Mathemathik und Physik.

Nomographische Rechenverfahren.

Der in Z. 1923 S. 231 veröffentlichte Aufsatz von Neumann veranlaßt mich, darauf hinzuweisen, daß das Verfahren der Dreieckschaubilder dem in zahlreichen Veröffentlichungen[2]) beschriebenen nomographischen Verfahren gegenüber weit unterlegen ist.

Für eine Funktion von der Form $z = v x^y$ mit vier Veränderlichen erfordert das Verfahren der Dreieckbilder für einen Rechnungsgang sechs Parallelen zu Dreieckseiten, wobei die Geraden, die zur Wahrung des bildlichen Zusammenhangs dienen, außer Ansatz bleiben, während das Nomogramm Abb. 12 mit den gestrichelten Schnittgeraden ausreicht. Die sechs Parallelen des Dreieckbildes müssen beim praktischen Gebrauch wirklich gezeichnet werden, so daß das Schaubild nach mehrfacher Benutzung von den Hilfslinien gesäubert werden muß; beim Nomogramm erfolgt die Ablesung am besten durch eine auf durchsichtiges Papier gezeichnete Tuschlinie, Einsetzen der Zirkelspitze auf die Teilung *h*-*h* und folgende Drehung des Pauspapiers, so daß das Nomogramm frei von Ablesegeraden bleibt. Das Dreieckbild für die obige einfache Funktion erfordert schon den mühselig herzustellenden Maßstab für log (log x), während beim Nomogramm logarithmische Teilungen, die der Rechenschieber liefert, und eine projektivische Teilung für y genügen. Das Dreieckbild erfordert wegen seiner Unstetigkeit eine Zwischenablesung für y log x bzw. $y\ y'$ und infolgedessen fünf unterteilte und bezifferte Maßstäbe; das Nomogramm ist stetig, daher kann die Teilung *h*-*h* ungeteilt und unbeziffert bleiben, so daß man nur vier geteilte Maßstäbe braucht.

Was die Nomographie leisten kann, zeigt Dipl.-Ing. Reinhold in der Zeitschrift „Bauingenieur" 1923 S. 125; hier ist die Formel

$$\eta = \frac{1}{3} - \frac{2m}{3\left[\frac{1}{k(1-m)^2} - 1\right]},$$

wobei $k = \frac{B-b}{B}$ und alle Größen veränderlich sind, im Nomogramm

Abb. 12. Nomogramm für die Funktion $z = v x^y$.

dargestellt. Bei solchen verwickelten Ausdrücken dürfte das Dreieckschaubild völlig versagen. Ein richtiges Nomogramm ist geradezu ein Automat zum Auflösen der betreffenden Funktion nach jeder der Veränderlichen, wie verwickelt auch die Funktion und wie zahlreich auch die Veränderlichen sein mögen. [1740]

Kiel-Gaarden. Dipl.-Ing. Linstedt.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

April.

Die Besetzung des Ruhrgebietes. Sowohl im Ruhrgebiet als auch in Süddeutschland wurde im Monat April die Besetzung auf eine Reihe weiterer Ortschaften ausgedehnt. Dagegen sind die am 31. März von französischen Truppen besetzten Benz-Werke in Mannheim[3]) am 18. April wieder geräumt worden. In den letzten Wochen haben die Franzosen, um endlich in den Besitz der gewünschten Kohlenvorräte zu gelangen, eine große Reihe von Zechen, vor allem von staatlichen Zechen, besetzt. Die vorhandenen Kohlen- und Koksbestände sollen durch französische Sträflinge, durch französische, tschechoslowakische und polnische Arbeiter verladen und abgeräumt werden. Im allgemeinen haben die deutschen Belegschaften daraufhin die Arbeit zunächst eingestellt, später aber wieder aufgenommen; sie schaffen jedoch die geförderte Kohle nicht zu Tage, sondern lagern sie in den Gruben selbst, so daß die Halden voraussichtlich bald geräumt sein werden. Die den Zechen für den 1. April gestellte Frist zur Bezahlung der Kohlensteuer[3]) ist von den Franzosen bis zum 15. April verlängert worden. Auch dieser Termin ist verstrichen, ohne daß die angedrohten Zwangsmaßnahmen bisher in Kraft getreten sind.

Am 13. April wurde von den Besatzungsbehörden eine Verordnung des Generals Degoutte über die „Regelung des Verkehrs mit Kohle und Koks im besetzten Gebiet" bekanntgegeben, die am gleichen Tag in Kraft trat. Die Verordnung bestimmt, daß kein Fahrzeug, welches Kohle befördert, ohne einen von der interalliierten Kontrollkommission der Hütten- und Bergwerke ausgestellten Passierschein verkehren darf, widrigenfalls die Beschlagnahme erfolgt. Ferner bestimmt die Verordnung, daß jede Person, die an Stelle des zahlungspflichtigen Bergwerkes die Kohlensteuer entrichtet, in Höhe des bezahlten Betrages Gläubigerin des betreffenden Bergwerkes wird. Da die Zechenverwaltungen die Einholung der Passierscheine ablehnen, wird von den Franzosen eifrige Jagd auf alle Kohlentransporte veranstaltet, vor allem auf Lastkraftwagen, die Kohlen befördern. Die vier großen Bergarbeiterverbände des Ruhrgebietes haben gegen die Beschlagnahme von Deputatkohle bei General Degoutte Einspruch erhoben und erklärt, die Verantwortung für die Haltung der Arbeiterschaft nicht mehr übernehmen zu können, wenn die Beschlagnahme fortgesetzt wird.

Unter den weiteren Maßnahmen, welche die Gegner im letzten Monat getroffen haben, ist zu erwähnen, daß die Rheinlandkommission auf Antrag des französischen Vorsitzenden bei Stimmenthaltung des englischen Vertreters das Amt des Reichskommissars im besetzten Rheinland aufgehoben und den Reichskommissar, Fürsten Hatzfeldt ausgewiesen hat. Die deutsche Regierung hat gegen diese sowie alle übrigen Verordnungen der Besatzungsbehörden — natürlich ohne Erfolg — Einspruch erhoben. Ende April zwischen der französischen Eisenbahnregie und Vertretern der deutschen Eisenbahner abgehaltene Besprechungen wegen Wiederaufnahme des Dienstes durch die deutschen Beamten sind ergebnislos geblieben, da die Beamten trotz aller Drohungen mit Massenausweisungen einerseits und Versprechungen auf gute Stellungen anderseits sich den französischen Anordnungen nicht fügen wollen.

Unterdessen wird in den hauptsächlich beteiligten Staaten immer lebhafter die Frage erörtert, in welcher Weise der Ruhrkonflikt beigelegt und die Frage der Wiedergutmachungsleistungen endgültig geregelt werden könne. Frankreich und Belgien verharren, wenigstens in ihren amtlichen Bekanntmachungen, nach wie vor auf einem völlig ablehnenden Standpunkt. So ist nach Abschluß der Mitte April in Paris abgehaltenen belgisch-französischen Ministerkonferenz amtlich mitgeteilt worden, daß beide Regierungen entschlossen sind, „die gemeinsam begonnene Aktion durchzuführen, bis Deutschland zum Nachgeben bereit ist". Zurzeit werden sowohl von der französischen als auch von der belgischen Regierung neue Wiedergutmachungspläne ausgearbeitet, die auf einer demnächst stattfindenden neuen Ministerkonferenz in Brüssel gegeneinander abgeglichen und dann der englischen Regierung zur Begutachtung vorgelegt werden sollen. Die Besprechungen, die der frühere französische Wiederaufbauminister Loucheur Anfang April in London mit Bonar Law, andern englischen Ministern und leitenden Persönlichkeiten des englischen Wirtschaftslebens geführt hat, müssen als wichtiger Vorfühler für die künftigen französisch-belgisch-englischen Verhandlungen angesehen werden, auch wenn alle Beteiligten ausdrücklich erklärt haben, daß es sich bei diesen Besprechungen lediglich um persönliche, nichtamtliche Unterredungen gehandelt habe. Genauere Angaben über den neuen französischen Plan sind bisher nicht bekannt geworden; fest steht nur, daß Frankreich in eine, wenn auch noch so geringfügige Herabsetzung der deutschen Wiedergutmachungsleistungen nur dann einwilligen will, wenn das Rheinland in irgendeiner Form neutralisiert wird, eine Forderung, die für Deutschland natürlich von vornherein unannehmbar ist.

Im übrigen ist Deutschland, wie der Reichsminister des Äußern, Dr. v. Rosenberg, in einer Reichstagsitzung am 16. April nachdrücklich hervorgehoben hat, „bereit und gewillt, zur Erfüllung seiner Wiedergutmachungspflicht zu arbeiten, zu opfern und zu zahlen, was immer in seiner Kraft steht". Der Minister hat weiterhin betont, daß Deutschland unter den heutigen Umständen zwar keinen mit Zahlen belegten Wiedergutmachungsplan vorlegen könne, aber jederzeit bereit sei, den von Hughes gemachten Vorschlag anzunehmen, der einen internationalen unparteiischen Ausschuß von sachverständigen Geschäftsleuten mit der Festsetzung der deutschen Wiedergutmachungsleistungen

[1]) Z. 1922 S. 699.

[2]) Fritz Krauß, Die Nomographie (Berlin 1922, Julius Springer). Prof. Dr. Marcello Pirani, Graphische Darstellung in Wissenschaft und Technik (Sammlung Göschen, Berlin 1919). Dr. Friedrich Schilling, Über die Nomographie von M. d'Ocagne (Leipzig 1917, B. G. Teubner). P. Luckey, Einführung in die Nomographie (Leipzig 1920).

[3]) Z. 1923 S. 377.

trauen will[1]). (Einen ganz ähnlichen Vorschlag hat übrigens auch Jahresversammlung des Verbandes der englischen Handelskammern, am 18. April in London stattfand, angenommen.) Falls der amerinische Plan zustande komme, sei die deutsche Regierung, so führte r Reichsminister in seiner Rede weiter aus, „bereit, an den intertionalen Kapitalmarkt wegen Bewilligung einer möglichst großen Anhe heranzutreten, die von Deutschland mit jeder von dem Anleihensortium als nötig bezeichneten Sicherheit auszustatten und als soforer barer Vorschuß an Frankreich oder die Alliierten zu behandeln n würde. Die Regierung ist überzeugt und würde erforderlichenfalls rch geeignete Maßnahmen auch auf gesetzlichem Wege dafür sorgen, ß die deutschen Industrie- und Wirtschaftskreise ihre Kraft in den enst der so auf das Erfüllbare zurückgeführten deutschen Wiedertmachungspflicht stellen". Die Lösung des ganzen Problems wird, e Rosenberg annimmt, ihren Ausgang von dem Vorschlag nehmen issen, den Deutschland Anfang Januar in Paris vorgelegt hat, der er dort ungesehen zurückgewiesen wurde[2]). Dieser Vorschlag sah festes Angebot von 20 Milliarden Goldmark vor, die nach Möghkeit im Wege einer internationalen Anleihe aufgebracht und zu vH verzinst werden sollten; nach 4 und 8 Jahren sollten diese Milliarden um je 5 Milliarden auf insgesamt 30 Milliarden erhöht rden, falls das internationale Anleihekonsortium die entsprechende istungsfähigkeit Deutschlands als gegeben erachtet. Der Reichstag t die von dem Außenminister dargelegte Politik der deutschen Rerung durchaus gebilligt; einzelne Parteien halten allerdings eine tivere Politik der Regierung, d. h. die Bekanntgabe eines möglichst nau umrissenen Wiedergutmachungsplanes für erwünscht.

In den letzten Monatstagen vergrößerten sich die Aussichten für e Abgabe eines solchen Vorschlages, nachdem der englische Minister des Außern, Lord Curzon, in einer bemernswerten Rede im Oberhaus ausdrücklich betont hat, daß er es zwar rchaus verstehe, wenn Deutschland zurzeit keine festen Zahlen für ine Wiedergutmachungsleistungen angeben wolle; anderseits müsse utschland aber, wie er dies bei der deutschen Regierung bereits anregt habe, unbedingt Beweise seiner Zahlungsbereitschaft geben und cherheiten vorschlagen. Ein solcher Schritt der deutschen Regierung irde einen wesentlichen Fortschritt bedeuten[3]). Der Minister erklärte iterhin, daß England unbedingt an der Entente festhalte; an der Betzung des Ruhrgebietes, deren praktische Klugheit und deren Erfolg e englische Regierung von vornherein und — wie die Ereignisse igen — mit Recht bestritten habe, nehme England jedoch nicht teil, n jederzeit zwischen beiden Partnern vermitteln zu können. Dabei lte England an seinen eigenen Wiedergutmachungsforderungen fest d werde nicht zugeben, daß irgendwelche Abmachungen zwischen ankreich und Belgien einerseits und Deutschland anderseits unter sschaltung Englands erfolgen. Falls Frankreich für sich besondere cherheiten verlange, sei die englische Regierung bereit, sich hierfür zusetzen, jedoch dürfe eine solche Regelung nicht zu einer Zerickelung Deutschlands führen.

Wirtschaftsabkommen. Über die Beziehungen Deutschnds zu den übrigen Staaten ist zunächst zu erwähnen, daß die eutsch-polnischen Verhandlungen wegen Abschlusses es Wirtschaftsabkommens[4]) nach längerer Pause in Dresden in vollem nfang wieder aufgenommen worden sind. Zurzeit werden vor allem e Fragen der Staatsangehörigkeit und der Option beraten, über die sher trotz eifrigen Bemühens der Unterhändler eine Einigung nicht ziel werden konnte. Zwischen Deutschland und Spanien ein vorläufiges Handelsabkommen abgeschlossen worden, das für e Dauer der Verhandlungen über den Abschluß eines endgültigen andelsvertrages Geltung haben soll. Um diese Verhandlungen nicht erschweren, hat Deutschland sich genötigt gesehen, Spanien in dem rläufigen Abkommen ziemlich umfangreiche Zugeständnisse, vor lem Meistbegünstigung und für zahlreiche Waren Herabsetzung der sher geltenden Zollsätze zu gewähren, während Spanien seinerseits ır recht geringfügige Erleichterungen gewährt hat.

Die Kohlen- und Eisenversorgung. Die Belieferung r unbesetzten deutschen Gebiete mit Kohle, Eisenerzen und isenerzeugnissen konnte auch im April in befriedigendem Umfang rchgeführt werden. Besonders große Lieferungen — nach den letzten ntlichen Meldungen etwa 200 000 t wöchentlich — erhält Deutschland s Polnisch-Oberschlesien, so daß die vor kurzem noch recht umfangichen polnischen Haldenbestände bis auf geringfügige Beträge aufbraucht sind. Um die Durchführung dieser Lieferungen zu sichern, ird von Deutschland das erforderliche Wagenmaterial zur Verfügung stellt. Neuerdings sind auch die ersten Lieferungen südafrikanischer ohle, die der westfälischen Kohle ziemlich gleichwertig ist, in Deutschnd eingetroffen. Im Gegensatz zu der Marktlage in Deutschland aben Frankreich und Belgien aus dem Ruhrgebiet noch nmer nicht die von ihnen erhofften Lieferungen zu erzielen vermocht. ach zuverlässigen deutschen Meldungen hat die französische Kohlen- d Koksabfuhr aus dem Ruhrgebiet vom 11. Januar bis Ende März sgesamt etwa 238 000 t betragen gegenüber 4,2 Mill. t, die Frankich in der gleichen Zeit von Deutschland erhalten hätte, wenn das uhrgebiet nicht besetzt worden wäre. Gegen Ende April stellte sich ach deutschen Ermittlungen der Gesamtbetrag der Kohle- und Koksausfuhr nach Frankreich auf etwa 310 000 t; zurzeit werden täglich etwa 4 bis 7000 t nach Frankreich abgerollt gegenüber 60 000 t vor der Besetzung des Ruhrgebietes. Unter diesen Umständen wird insbesondere die Lage der französischen Eisenindustrie immer ungünstiger. Der Preis für Gießereikoks ist in Frankreich abermals heraufgesetzt worden, und zwar auf 287 Fr/t gegen 198 Fr/t im März. Die Zahl der im Betrieb befindlichen Hochöfen ist seit Anfang Januar von 110 auf 74 gesunken, die Stahlerzeugung von rd. 515 000 t im Dezember auf etwa 290 000 t im Februar (Zahlen für die weiteren Monate liegen noch nicht vor) zurückgegangen. Um eine gewisse Erleichterung zu erzielen, hat die französische Koksverteilungsstelle mit belgischen Werken ein Abkommen getroffen, auf Grund dessen Belgien monatlich 30 000 t Koks liefert und hierfür 15 000 t Schrott erhält. Gegenüber der Zeit vor dem Kriege bedeutet dies eine Vervierfachung der französischen Schrottlieferungen, dagegen eine Herabsetzung der belgischen Kokslieferungen um ein Viertel. Nutznießer der gegenwärtigen Lage sind vor allem die Tschechoslowakei, England und die Vereinigten Staaten. In dem letztgenannten Land hat die Roheisenerzeugung im März mit über 3,5 Mill. t den bisher höchsten Stand erreicht; für den Monat April wird ein neuer Rekord erwartet. Die Zahl der in den Vereinigten Staaten unter Feuer befindlichen Hochöfen ist im März durch Inbetriebnahme von 10 neuen Hochöfen auf 296 gestiegen.

Die deutsche Valuta. Die leichte Abwärtsbewegung des Markwertes, die in den letzten Tagen des Monats März eingesetzt hatte, hielt unter dem Einfluß starker Deckungskäufe der Industrie und des Handels auch in den ersten Apriltagen an. Der Dollar, der am 29. März an der Berliner Börse mit 20 975 ℳ notiert worden war, erreichte am 10. April einen Wert von 21 150 ℳ und hielt sich unter geringen Schwankungen bis zum 16. April auf gleicher Höhe. Am nächsten Tage machte sich angesichts immer regerer Nachfrage seitens der Industrie, des Handels und vor allem der Spekulation eine stärkere Aufwärtsbewegung der fremden Devisen fühlbar. Als dann die Reichsbank am 18. April unerwartet die bis dahin durch Abgabe von Devisen durchgeführte Stützungsaktion einstellte, schnellte der Dollar im amtlichen Verkehr bei einer Repartierung von 5 vH auf 25 000 ℳ; im freien Verkehr wurde sogar eine Bewertung von 32 500 ℳ erreicht. Der nächste Tag brachte dann bei abermals scharfer Einschränkung der Zuteilung einen amtlichen Dollarstand von 29 500 ℳ. Auf Grund der von der Regierung und der Reichsbank angekündigten neuen Stabilisierungsmaßnahmen, über die weiter unten berichtet wird, trat in den nächsten Tagen zunächst eine Erholung des Markwertes ein. Gegen Monatsende erfuhr die Mark abermals eine Abschwächung; am 30. April wurde der Dollar mit 29 800 ℳ bewertet.

Die Bewertung der übrigen Devisen an der Berliner Börse hat eine ähnliche Entwicklung durchgemacht. Einige bemerkenswerte Zahlen aus der Bewegung des französischen Frank, der österreichischen Krone und der polnischen Mark an der Berliner Börse sind in der nachstehenden Zahlentafel wiedergegeben:

Tag	1 franz. Fr	100 österr. Kr	100 poln. M
29. März	1402 M	29,75 M	51 M
19. April	1975 „	42,00 M	54 „
24. „	2025 „	42,95 „ [5])	62 „
25. „	2035 „ [5])	41,70 „	67 „ [5])
30. „	2020 „	42,00 „	63 „

Auf dem Weltmarkt haben die genannten Devisen unter geringfügigen Schwankungen einen ziemlich unveränderten Stand behalten. So notierte der Dollar an der Pariser Börse am 29. März 15,10 franz. Fr und am 30. April 14,77 Fr. Erwähnt sei noch, daß die polnische Emissionsbank neuerdings, dem Beispiel der Reichsbank folgend, eine Stützungsaktion für die polnische Mark eingeleitet hat; gleichzeitig soll die polnische Regierung den Versuch machen, die Abhängigkeit der polnischen Mark von dem Stand der deutschen Mark zu beseitigen. Nach einer Erklärung des polnischen Finanzministers könne die polnische Regierung gegebenenfalls überaus große Mengen deutscher Reichsmark auf den Markt werfen. Auch verfüge sie über große Bestände an Edelvaluten, die zur Hebung des Kurses der polnischen Mark dienen sollen.

Stabilisierung der Mark. Die oben erwähnte plötzliche Einstellung der seit Wochen erfolgreich durchgeführten Stützungsaktion seitens der Reichsbank am 18. April und die dadurch hervorgerufene Steigerung der Devisenkurse hatte den Anschein erweckt, als ob die Reichsregierung und die Reichsbank die Stützungsaktion völlig aufgeben oder aber dem Drängen gewisser Wirtschaftskreise, die an der Ausfuhr besonders interessiert sind, nachgebend, die Mark auf einem höheren Dollarstand stabilisieren wollen. In Wirklichkeit war die Reichsbank jedoch nur zu einer neuen Durchführungsart der Stützungsaktion übergegangen, von der sie sich für die Zukunft größere Erfolge verspricht. Der in den ersten Wochen von der Reichsbank eingeschlagene Weg, durch Hergabe entsprechender Devisenbeträge zum amtlichen Kurs den aufkommenden Bedarf voll zu befriedigen und damit den Markwert auf einen bestimmten Kurs (etwa 20 000 ℳ für den Dollar) zu stabilisieren, hatte die Devisenbestände der Bank übermäßig in Anspruch genommen. Daraufhin will die Reichsbank nunmehr, wie sie es z. B. am 18. und 19. April tat, den Versuch machen, in geeignet erscheinenden Augenblicken mit der Ab-

[1]) Z. 1923 S. 377.
[2]) Z. 1923 S. 139.
[3]) Dieser Schritt ist inzwischen am 2. Mai erfolgt. Der deutsche Vorschlag timmt im wesentlichen mit dem oben erwähnten Angebot des deutschen ußenministers überein.
[4]) Z. 1922 S. 1050.
[5]) Höchster Stand.

gabe von Devisen zurückzuhalten, mit anderen Worten, der Spekulation und damit der Kursbildung freien Lauf zu lassen und dann möglichst unerwartet von neuem einzugreifen. Die Reichsbank hofft einerseits, für dieses Verfahren geringere Devisenbestände als bisher zu benötigen, und anderseits durch diese Maßnahme unvorsichtigen Devisenkäufern Verluste zuzufügen und diese dadurch allmählich vom Markt fernzuhalten. Da die unerwartete Devisensteigerung in weiten Kreisen lebhafte Beunruhigung hervorgerufen hatte, wies die Reichsregierung in einer amtlichen Bekanntmachung darauf hin, daß im Einvernehmen mit dem Reichsbankdirektorium nicht nur die börsenmäßige Stützungsaktion fortgesetzt werden wird, sondern daß unverzüglich weitere Maßnahmen ergriffen werden sollen, und zwar eine weitgehende Einschränkung der Einfuhr und die Einführung einer allgemeinen Anmeldepflicht für Besitz an Devisen nach dem Stand des Tages, an dem die hierzu erforderliche Notverordnung erlassen wird,. Dabei wird von der bereits mehrfach in Erwägung gezogenen und auch neuerdings von einzelnen Kreisen wieder angeregten Errichtung einer Devisenzentrale mit Rücksicht auf die ungünstigen Erfahrungen, die in Österreich und Ungarn mit einer solchen Einrichtung gemacht worden sind, voraussichtlich Abstand genommen werden. Um die Anmeldung der Devisen wirksam durchführen zu können, sollen auf die Nichtanmeldung hohe Strafen gelegt und die Banken zur Meldung mit herangezogen werden. Im übrigen ist die endgültige Form der geplanten Maßnahmen noch nicht festgelegt. Die zu erlassenden Ausführungsbestimmungen werden zurzeit von der Reichsregierung mit der Reichsbank, den Großbanken, den Parteien, Gewerkschaften und dem Reichsverband der Deutschen Industrie sowie anderen interessierten Kreisen eingehend besprochen, um spätere Abänderungen nach Möglichkeit zu vermeiden. Bei diesen Verhandlungen wurde die Notwendigkeit einer Fortführung der Stützungsaktion, vor allem mit Rücksicht auf den Kampf im Ruhrgebiet, von allen Beteiligten anerkannt. Die Banken haben der Reichsregierung ihre Mitwirkung in vollem Umfang zugesagt. Die Reichsbank selbst ist bereit, erforderlichenfalls sogar gewisse Mengen ihres Goldbestandes für die Stützung zur Verfügung zu stellen.

Als weitere Maßnahme zur Stabilisierung der Mark hat die Reichsbank am 23. April 1923 mit Wirkung vom gleichen Tage den Wechseldiskont von 12 auf 18 vH und den Lombardzinsfuß von 13 auf 19 vH erhöht. Diese überaus hohe Diskontheraufsetzung ist von um so größerer Bedeutung, als die Reichsbank bisher den Diskont um höchstens 2 vH — letztmalig im Januar —[1]) erhöht hatte. Die Erhöhung des Diskonts soll einmal dazu beitragen, daß die flüssigen und verfügbaren Privatkapitalien sich der Anlage in Reichsschatzanweisungen zuwenden. Vor allem aber soll sie dazu dienen, die Inanspruchnahme der Reichsbank durch Privatkredite zu verringern, nachdem bisher der hinter den Zinssätzen des Geldmarktes weit zurückstehende Bankdiskont alle Kreditansprüche, auch solche, die auf den Kapitalmarkt gehören, auf die Reichsbank gedrängt hatte. In diesem Sinne richtete der Reichsbankpräsident Havenstein in der Sitzung des Zentralausschusses der Reichsbank, in welcher die Diskonterhöhung beschlossen wurde, die dringende Bitte an die deutsche Bankwelt, nicht ihrerseits nunmehr durch Erhöhung der Zinssätze der Kundschaft den Kredit weiter zu verteuern, da einmal die jetzigen Kreditkosten der Privatbanken für das Wirtschaftsleben kaum mehr tragbar seien und anderseits eine solche Maßnahme die Bemühungen der Reichsbank vereiteln würde. Ferner wies der Reichsbankpräsident darauf hin, daß die Ansprüche an den Devisenmarkt und an die Reichsbank sich zu einem Umfang gesteigert hätten, der über den wirklichen Bedarf unserer Wirtschaft weit hinausgehe. Als besonders bedauerlich und verwerflich bezeichnete Havenstein es, daß „auch ernste Kreise unserer Wirtschaft das Recht zu haben glaubten, sich nicht nur für den zwingenden Bedarf einer nahen Zukunft, sondern auch weiterhin auf Vorrat mit großen Beträgen einzudecken". Der Reichsbankpräsident betonte die Notwendigkeit, daß nur der unbedingt erforderliche Devisenbedarf gedeckt werde und die überflüssigen Devisen herausgegeben oder gegen Goldschatzanweisungen umgetauscht werden müßten; anderseits würde die Reichsbank sich zu den schärfsten ihr zu Gebote stehenden Zwangsmaßnahmen genötigt sehen.

Die Preisbewegung. Trotzdem die Besserung des Markwertes, wenn auch unter gewissen Schwankungen, nunmehr bereits seit Mitte Februar anhält, kann auch im April von einem Abbau der Preise kaum gesprochen werden. Lediglich die Eisenpreise sind am 1. April auf Grund der Herabsetzung der Kohlenpreise[2]) um etwa 3 vH ermäßigt worden, so daß z. B. der Stabeisenpreis gegenüber dem Höchststand vom 9. Februar nunmehr um rd. 25 vH gefallen ist. Dagegen ist z. B. die allgemein erwartete Herabsetzung der Kalipreise nicht erfolgt. Vom Kalisyndikat wird darauf hingewiesen, daß die Kalipreise im Durchschnitt nur etwa das 3500fache des Vorkriegspreises betragen, während die Preise der anderen künstlichen Düngemittel wesentlich mehr gestiegen sind. Eine Preisermäßigung, insbesondere auch die Festsetzung einer namhaften Sommervergütung, wie sie im vorigen Jahr zwecks Ausnutzung der günstigeren Wagengestellung im Sommer gewährt worden ist, könne deshalb erst in Frage kommen, wenn die Kohlenpreise, vor allem die Preise für Braunkohle, die Frachten, die Ausfuhrabgabe usw. wesentlich herabgesetzt würden. Löhne und Gehälter haben im allgemeinen im April keine Erhöhung erfahren. Seitens des Reichsfinanzministers ist den Spitzenorganisationen der Beamten, Angestellten und Arbeiter zugesichert worden, daß die Regierung weiterhin bemüht sein wird, einen Preisstillstand und Preisabbau zu erzielen und dadurch im Gegensatz zu der bisher vorgenommenen Erhöhung des „nominellen Papiermark-einkommens" künftig das „Realeinkommen" der Lohn- und Gehalt-empfänger zu bessern.

[1]) Z. 1923 S. 140.
[2]) Z. 1923 S. 380.

Ausfuhrüberwachung und Ausfuhrabgabe. Die Besserung des Markwertes in Verbindung mit der unzureichenden Senkung der Warenpreise hat einen scharfen Rückgang der deutschen Ausfuhr zur Folge gehabt und damit die Frage der Außenhandelüberwachung im weitesten Sinne wieder in den Vordergrund des Interesses gerückt. So haben der Wirtschaftspolitische und der Außenhandelkontrollausschuß des Vorläufigen Reichswirtschaftsrats in mehreren gemeinsamen Sitzungen über eine Aufhebung der Außenhandelüberwachung verhandelt. Die Vertreter der Arbeitgeber von Industrie und Handel traten für den baldigen Abbau ein, da die Außenhandelüberwachung durch eine Reihe von Maßnahmen bereits durchlöchert sei und die hohen Kosten für die mit der Überwachung betrauten Organisationen — die Kosten für das Reichskommissariat, die verschiedenen Außenhandelstellen und die beteiligte Zollverwaltung wurden auf jährlich 40 Milliarden Papiermark geschätzt — eine unerträgliche Belastung der deutschen Volkswirtschaft bedeuten. Demgegenüber sprachen sich die Vertreter der Arbeitnehmer grundsätzlich gegen die sofortige allgemeine Aufhebung der Außenhandelüberwachung aus, um die Ablieferung der für die Ausfuhr hereinkommenden Devisen sicherzustellen, und um auch weiterhin durch die Preisprüfung die im Interesse der Verbraucher erforderliche Beeinflussung der Inlandpreise zu ermöglichen. Trotz dieser grundsätzlichen Meinungsverschiedenheit wurde eine Einigung erzielt. Der Antrag auf sofortige Aufhebung der Außenhandelüberwachung wurde zurückgezogen und beschlossen, durch Gewährung von gewissen Erleichterungen die Ausfuhr nach Möglichkeit zu fördern.

Schließlich sei erwähnt, daß der hohe Preisstand der deutschen Erzeugnisse, der bei einzelnen Waren wesentlich über dem Weltmarktpreis liegt und somit jegliche Ausfuhr unterbindet, in einer großen Anzahl von Fällen dazu geführt hat, daß die Ausfuhrfirmen, um ihre Auslandbeziehungen aufrecht zu erhalten, nach dem Ausland zu Preisen geliefert haben, die unter den Inlandpreisen liegen. Es ist also an die Stelle des Valutadumpings das echte Dumping getreten. Der Deutsche Industrie- und Handelstag hat in einer Veröffentlichung auf die außerordentliche Gefahr hingewiesen, die in dieser Entwicklung liegt. Da die Firmen bei Dumpinggeschäften regelmäßig Verluste hätten, müßten sie „zum Ausgleich dieses Schadens erst recht die Inlandpreise hochhalten und damit die Bestrebungen der Regierung zum Preisabbau durchkreuzen. Es sollte das eigene Interesse den beteiligten Firmen gebieten, vom echten Dumping, das auf die Dauer nur zu Verlustgeschäften und damit zum Ruin führen muß, abzusehen. Die Dumpingprämie auf Beibehaltung der Auslandkundschaft ist zu hoch; man sollte versuchen, den Auslandmarkt auf andere Weise, z. B. durch Qualitätsverbesserungen, zu halten. „Ausfuhr um jeden Preis darf nicht die Losung sein, denn das deutsche Hauptabsatzgebiet ist vor allem in wirtschaftlichen Krisen mehr als sonst der Inlandmarkt." Der Deutsche Industrie- und Handelstag knüpft an diese bemerkenswerten Ausführungen die Aufforderung an die Handelskammern, mit allen zu Gebote stehenden Mitteln die Schädlichkeit des echten Dumpings zu brandmarken.

Die Ausstandbewegung. Abgesehen von den Abwehrkämpfen im Ruhrgebiet und von kleineren Ausständen im übrigen Deutschland sind im Monat April Ausstände von größerer Tragweite in Deutschland nicht zu verzeichnen gewesen. Kommunistische Umtriebe haben zwar hier und da im Ruhrgebiet, vor allem in Mülheim-Ruhr zu Unruhen geführt; dagegen haben die Kommunisten ihr Ziel, einen Generalstreik in Szene zu setzen, nicht zu erreichen vermocht, da in den weitesten Kreisen der Arbeiterschaft die Erkenntnis obsiegte, daß durch einen solchen Ausstand die geschlossene Abwehrfront geschwächt, mit anderen Worten, lediglich Frankreich und Belgien ihren Nutzen ziehen würden. Der Ausstand in den Kohlengruben des Mosel-Departements hat Anfang April nach fast zweimonatiger Dauer durch Nachgeben der Arbeiterschaft sein Ende erreicht. In den übrigen Kohlengebieten Frankreichs wird ebenfalls wieder gearbeitet. Dagegen hält der Ausstand der Bergarbeiter des Saargebiets[3]) und ein in den letzten Tagen des Monats März wegen der Entlassung von zwei Betriebsratmitgliedern bei der Alpinen Montan-Gesellschaft ausgebrochener Generalstreik der Bergarbeiter Steiermarks noch an. Eine Mitte April zwischen den Vertretern der Bergarbeiterverbände und der genannten Gesellschaft getroffene Vereinbarung, in welcher der ursprüngliche Streikgrund beigelegt und den Arbeitern gleichzeitig eine Lohnerhöhung von 5 vH gewährt wurde, ist durch Urabstimmung, an der sich 87 vH der Bergarbeiter beteiligten, fast einstimmig abgelehnt worden. Die Alpine Montan-Gesellschaft und einige kleinere Unternehmungen mußten bereits wegen Kohlenmangel ihre Hüttenwerke stillegen, so daß die Eisenversorgung Österreichs stark behindert und die allerdings nicht sehr bedeutende Eisenausfuhr Österreichs nach Deutschland und den Balkanstaaten gänzlich unterbunden ist. Die österreichische Eisen verbrauchende Industrie sieht der nächsten Zukunft mit gewisser Besorgnis entgegen, da die Werke kaum Gelegenheit haben, ihren Eisenbedarf im Ausland zu befriedigen, denn Deutschland ist infolge der Besetzung des Ruhrgebietes nicht imstande, Lieferungen vorzunehmen und die tschechoslowakische Eisenindustrie ist zurzeit durch Lieferungen für Deutschland voll in Anspruch genommen. Andere Länder kommen aber angesichts des niedrigen Standes der österreichischen Krone für den Bezug nicht in Frage.
[W 207]

[3]) Z. 1923 S. 380.

Deutschlands Wirtschaftslage unter den Nachwirkungen des Weltkrieges[1]).

I. Die Leistungen Deutschlands auf Grund des Waffenstillstandvertrages und des Vertrages von Versailles.

1. Das Deutsche Reich vor und nach dem Kriege.

Vor dem Kriege war Deutschland ein reiches Land, einer der größten äufer und Verkäufer auf dem Weltmarkte, heute ist Deutschland ein and, das sich von der Erschöpfung nach einem vierjährigen Krieg noch cht erholt hat, ein Land, das durch eine Staatsumwälzung mit all ihren irtschaftlichen Störungen hindurchgegangen, ein Land, das dem iktat eines vernichtenden Friedensvertrages ausesetzt ist. Durch den Vertrag von Versailles ist Deutschland heute ır noch ein Torso. Die wichtigsten Verlustposten infolge des Diktats nd folgende (Abb. 1):

Altes Reichsgebiet		Verlust infolge von Abtretungen	Verlust in vH
läche	54,09 Mill. ha . . .	7,05 Mill. ha	13,0
evölkerung (1910)	64,93 „ Einw. . .	6,47 „ Einw.	10,0
roduktion (1913) an			
Steinkohle	190,11 „ t . . .	49,18[2]) „ t	25,9[2])
Eisenerzen	28,61 „ t . . .	21,30 „ t	74,5
Zinkerzen	0,65 „ t . . .	0,44 „ t	68,3
Weizen u. Roggen	16,88 „ t . . .	2,65 „ t	15,7
Kartoffeln	54,12 „ t . . .	9,75 „ t	18,0
andelsflotte (1914)	5,71 „ B.-R.-T.	5,11[3]) „ B.-R.-T.	89,4

2. Abtretungen.

Abgetreten wurden auf Grund des Vertrages von Versailles:

Elsaß-Lothringen mit seinen reichen Erz- und Kalilagern und seiner gerade durch Deutschland hochentwickelten Industrie: 1,45 Mill. ha, 1,87 Mill. Einwohner (1910),

große Teile der Provinzen Ost- und Westpreußen, Posen und Pommern mit ihrer ausgedehnten und ertragfähigen Landwirtschaft: 4,70 Mill. ha, 3,41 Mill. Einwohner (1910),

Ost-Oberschlesien mit seinen Kohlenschätzen, Zinkerzlagern und seiner gewaltigen Montanindustrie: 0,32 Mill. ha, 0,89 Mill. Einwohner (1910),

Teile der Rheinprovinz, Schleswig-Holsteins, Brandenburgs und Schlesiens: 0,58 Mill. ha, 0,30 Mill. Einwohner (1910).

Mit diesen Abtretungen (Abb. 2) hat Deutschland ein Achtel einer Fläche (7,05 Mill. ha) und rd. ein Zehntel seiner Bevölkerung (6,47 Mill. Einwohner) verloren: ein Achtel der läche Deutschlands, das ist mehr als Belgien, die Niederlande und uxemburg zusammengenommen (= 6,72 Mill. ha), das ist so viel wie Bayern rechts des Rheins (= 6,99 Mill. ha); ein Zehntel der Bevölkerung Deutschlands, das ist erheblich mehr als die Einwohnerzahl der Niederlande mit 5,86 Mill., oder Schwedens mit 5,52 Mill., oder Bayerns r. d. Rh. mit 5,95 Mill. Einwohnern (Abb. 3).

Mit diesen Abtretungen ist die Grundlage, auf der sich die deutsche Volkswirtschaft vor dem Kriege entwickelt hat, zerstört worden.

Obwohl Deutschland schon vor dem Kriege nicht genügend Lebensmittel produzieren konnte, hat es die besten landwirtschaftlichen Überschußgebiete abtreten müssen.

[1]) Zusammenstellung auf der Grundlage der unter obiger Überschrift unter Verwendung von amtlichem Material herausgegebenen Schrift des Statistischen Reichsamtes vom März 1923.

[2]) einschließlich des Saargebietes, dessen Gruben an Frankreich abgetreten werden mußten.

[3]) Ablieferung, Kriegsverluste und notwendig gewordene Verkäufe.

Abb. 1. Verluste der deutschen Volkswirtschaft.

Abb. 3. Die Einwohnerzahl der abgetretenen Gebiete im Vergleich zu der ausländischer Staaten.

Abb. 2. Deutschlands verlorene und besetzte Gebiete.

Obwohl als Industrieland auf Rohstoffe angewiesen, hat Deutschland ein Viertel bis drei Viertel der wichtigsten Rohstoffe verloren.

Obwohl auf den Welthandel angewiesen, hat Deutschland nahezu seinen ganzen Außenhandelsapparat einschließlich Flotte und Kolonien umsonst hergeben müssen.

Die Handelsflotte Deutschlands war vor dem Kriege die zweitgrößte der Welt und umfaßte einen Schiffsraum von 5,712 Mill. B.-R.-T. im Jahre 1914. 1918 hat Deutschland kaum mehr als ein Zehntel (604 080 B.-R.-T.) seiner Flotte behalten dürfen, und zwar nur kleine Schiffe von geringer Leistungsfähigkeit (Abb. 4).

Die Kolonien waren fünfeinhalb mal so groß wie das Deutsche Reich. Sie umfaßten 295 Mill. ha mit 12,3 Mill. Einwohnern. Ihre wirtschaftliche Bedeutung nahm von Jahr zu Jahr zu.

Die Ein- und Ausfuhr der deutschen Kolonien zeigte eine rasch ansteigende Linie. Die Einfuhr belief sich im Jahre 1903 auf 77 Mill. ℳ, 1913 auf 238 Mill. ℳ; die Ausfuhr im Jahre 1903 auf 40 Mill. ℳ, 1913 auf 269 Mill. ℳ (Abb. 5 und 6).

3. Die besetzten Gebiete und das Einbruchgebiet.

Neben den Abtretungen mußte sich Deutschland in weitem Umfang einer Besetzung unterwerfen. Diese lastet mit all ihren wirtschaftlichen, moralischen und politischen Störungen auf dem gesamten linksrheinischen Land und großen Gebieten rechts des Rheins; Preußen, Bayern, Baden, Hessen und Oldenburg sind von der Besetzung betroffen. Insgesamt ist auf Grund des Vertrages von Versailles ein Gebiet von 3,20 Mill. ha mit einer Bevölkerung von 7 Mill. Einwohnern besetzt.

Außerdem sind auf dem rechten Rheinufer im Zusammenhang mit den „Sanktionen" als Folge der gescheiterten Londoner Verhandlungen über 50 000 ha mit fast 900 000 Einwohnern widerrechtlich besetzt worden.

Ferner wurde am 11. Januar 1923 von Frankreich und Belgien unter Verletzung des Völkerrechts und Bruch des Versailler Vertrages das gesamte Ruhrgebiet militärisch besetzt. Das Ruhrgebiet umfaßt 260 000 ha mit annähernd 5 Mill. Einwohnern. Es ist das größte Industriegebiet Deutschlands und Europas; der Anteil seiner Steinkohlenförderung betrug 1913 72 vH der Gesamtförderung des Deutschen Reichs (jetzigen Umfangs), der der Roheisen- und Rohstahlerzeugung 54 bzw. 53 vH.

Neuerdings brachen die Franzosen auch in den größten Teil des noch unbesetzten rechten Rheinufers ein. Der ganze deutsche Rhein ist damit zurzeit in Frankreichs Gewalt, sämtliche Rheinhäfen von Kehl bis Emmerich sind von französischen Truppen besetzt.

Schließlich ist das rein deutsche Saargebiet mit rd. 2000 km² und 700 000 Einwohnern der deutschen Verwaltung entzogen worden. Es wurde der Verwaltung des Völkerbundes unterstellt, wirtschaftlich vom Deutschen Reich, seinem natürlichen Hinterland, durch eine Zollgrenze abgeschlossen. Seine reichen Bergwerke mußten an Frankreich abgetreten werden, es ist allen Mitteln der gewaltsamen französischen Überfremdungsversuche ausgesetzt

Abb. 4. Die deutsche Handelsflotte.

Abb. 5. Deutschlands Kolonien.

Abb. 6. Außenhandel der deutschen Kolonien.

und soll sich fünfzehn Jahre nach Inkrafttreten des Vertrages von Versailles für Frankreich oder Deutschland durch Volksabstimmung entscheiden. Hierbei müssen, falls sich die Bevölkerung für Deutschland entscheidet, die ohne Entschädigung an Frankreich abgetretenen Saargruben vom Deutschen Reich in Gold zurückgekauft werden.

Im ganzen müssen heute — vier Jahre nach Kriegsschluß — etwa zwölf Millionen Deutsche, d. i. rund der fünfte Teil der gesamten Reichsbevölkerung, das Joch fremder Besatzung ertragen (Abb. 7).

4. Sach- und Barleistungen.

Die Vermögenswerte aller Art, die Deutschland infolge des Waffenstillstandabkommens und des Vertrages von Versailles bisher andern Staaten übergeben mußte, und die sonstigen Leistungen, die es auf Grund des Vertrages von Versailles erfüllt hat, erreichen einen Betrag, der schon **50 Milliarden Goldmark** weit übersteigt. (Eine Goldmark ist bei einem Dollarstand von 30 000 M/$ = rd. 7000 Papiermark!) Dabei ist das Reichs- und Staatseigentum in Elsaß-Lothringen und in den deutschen Kolonien, sowie der rein militärische Rücklaß in sämtlichen Räumungsgebieten, die auf die Reparationsleistungen nicht angerechnet werden, gar nicht in Ansatz gebracht worden. Auch der gesamte volkswirtschaftliche Wert des Privateigentums in den abgetretenen Gebieten ist in der Zahl nicht enthalten.

A. Die Reparationsleistungen.

Leistungen aus vorhandenen Beständen.

Die Leistungen aus vorhandenen Vermögensbeständen erstrecken sich nicht nur auf Reichs- und Staatseigentum, sondern in weitestgehendem Maß auch auf privates Eigentum, das entgegen allen bisher geltenden völkerrechtlichen Grundsätzen den deutschen Eigentümern genommen worden ist. In Betracht kommen folgende Werte:

Reichs- und Staatseigentum im In- und Auslande, ohne Elsaß-Lothringen, Eupen-Malmedy und ohne deutsche Kolonien	5 508	Mill. Goldmark
Saargruben	1 018	„ „
Privatkabel	78	„ „
Nichtmilitärische Rücklaßgüter in den von den deutschen Truppen geräumten Gebieten der Westfront[1])	1 897	„ „
Waffenstillstands-Eisenbahnmaterial, einschl. Fahrzeugersatzteile und Lastkraftwagen, Eisenbahnfahrzeugparks in den Abtretungsgebieten, sowie Eisenbahn- und Schiffbrücken über den Rhein	1 632	„ „
Abgelieferte Handelsflotte	5 825	„ „
Binnenschiffe	107	„ „
Der Liquidation unterliegendes deutsches Eigentum im Auslande[2])	11 740	„ „
Abgelieferte Wertpapiere[3])	393	„ „
Erzwungener Verzicht Deutschlands auf seine Ansprüche an seine ehemaligen Kriegsverbündeten	8 600	„ „
Insgesamt	36 798	Mill. Goldmark

[1]) Der nichtmilitärische Rücklaß der deutschen Truppen an der Ostfront, der an sich ebenfalls eine Abgabe der deutschen Volkswirtschaft bedeutet, wird auf 1,05 Milliarden Goldmark geschätzt.

[2]) ausschließlich des Eigentums in Rußland, den Vereinigten Staaten von Amerika, Brasilien und Kuba, über das noch keine endgültigen Entscheidungen getroffen sind.

[3]) soweit nicht schon in dem der Liquidation unterliegenden Eigentum enthalten.

Zu den empfindlichsten Verlusten, die Deutschland erlitten hat, gehört die Auslieferung nahezu der ganzen deutschen Handelflotte (s. S. 473). Neben der Überseeflotte sind von Deutschlands Binnenflotte, außer den nach Abschluß des Waffenstillstandes zurückgelassenen Binnenschiffen (rd. 1000 Fahrzeugen im Werte von 78 Mill. Goldmark) noch über 800 Fahrzeuge mit mehr als 550 000 t ausgeliefert worden. Darunter befinden sich neben Kähnen 81 Dampfer mit 38 000 PS. Weitere Ablieferungen, insbesondere an Polen und die Tschechoslowakei (die Oderschiffe!) stehen noch bevor. Dazu kommt die Abtretung deutscher Landanlagen wie Liege- und Ankerplätze, Lagerplätze, Docks, Krane, Winden, Magazine usw. in Rotterdam, Antwerpen, Köln, Kehl, Mannheim und anderen Städten.

Abb. 7.
Die Einwohnerzahl der besetzten Gebiete im Vergleich zu der ausländischer Staaten.

Der Gesamtwert der getätigten Leistungen (ohne Restitutionen un[d] Substitutionen einschließlich laufender Produktion) beläuft sich au[f] 110 Mill. Goldmark.

Die Lieferungen an rollendem Eisenbahnmaterial auf Grund de[s] Waffenstillstandvertrages umfassen 4951 Lokomotiven nebst Betrieb[s]stoffen und 150 000 Wagen (mit sämtlichen Ersatzteilen ausgestattet).

Außerdem wurden für die von Deutschland abzutretenden Eisenbahnen (7868 km) 3036 Lokomotiven, 4613 Personenwagen und 77 087 Güterwagen geliefert.

Die abgetretenen Kabel (einschließlich der verhältnismäßig nur geringfügigen Staatskabel) hatten eine Länge von 37 000 km (Abb. 8).

In den nach dem Waffenstillstand geräumten Gebieten haben die deutschen Truppen Güter, die auch für nichtmilitärische Zwecke Verwendung finden konnten, wie Maschinen, Wagen, elektrische Geräte u. a. m. im Werte von etwa 3 Milliarden Goldmark zurückgelassen.

Über den Wert des Reichs- und Staatseigentums in Elsaß-Lothringen und in den deutschen Kolonien, das nach den Bestimmungen des Vertrages von Versailles Deutschland nicht auf die Wiedergutmachungsschuld angerechnet werden soll, liegen keine Zahlen vor, es handelt sich aber um riesenhafte Summen. Besonders bemerkt sei, daß durch die Nichtanrechnung dieser Werte auch die Eisenbahnen in Elsaß-Lothringen, die Deutschland 1871 für den Betrag von 260 Mill. Goldmark von Frankreich unter Anrechnung auf die Kriegsentschädigung abgekauft und seitdem durch weitere Aufwendungen in Höhe von 713 Mill. Goldmark ausgebaut hat, nicht gutgeschrieben werden.

Leistungen aus laufender Produktion.

An die gewaltigen Übertragungen bereits vorhandener Vermögens schließen sich die Lieferungen aus der laufenden Produktion Deutschlands wiederum mit Milliardenbeträgen an. Einen Überblick über diese Leistungen gewährt nachstehende Aufstellung:

Abb. 8. Verlorene deutsche überseeische Kabel.

geliefert bis einschl. 31. Dezember 1922	Wert
]enbahnfahrzeugpark in den Abtretungsgebieten neue Lieferungen) ausschließlich Memelgebiet, Dänemark und Eupen-Malmedy	616 Mill. Goldmark
:eschiffe	91 „ „
ınenschiffe	3 „ „
]hlen und Koks (Weltmarktpreis)	2424[1]) „ „
ıffenstillstands- und sonstige Wiederaufbau-lieferungen (Kohlennebenprodukte, Vieh, Farben, pharmazeutische Präparate, Maschinen, Geräte, Holz usw.).	618 „ „
Insgesamt	3752 Mill. Goldmark

Barleistungen.

Die von Deutschland bisher geleisteten Barzahlungen erreichen fol-nde Höhe:

visenzahlungen bis 31. Dezember 1922	1 750 Mill. Goldmark
·rkauf von zerstörtem und unbrauchbar gemachtem Kriegsmaterial (Schrotterlös)	200 „ „
ıeinlandzölle und sonstige Einnahmen aus wirtschaftlichen Sanktionen von 1921	69 „ „
ıglische Sanktionsabgabe	163 „ „
:rschiedenes	48 „ „
Insgesamt . . .	2230 Mill. Goldmark

Die aufgeführten Leistungen aus vorhandenen eständen, die genannten Leistungen aus laufen-er Produktion und die vorstehenden Barleistun-ɜn belaufen sich mithin bis Ende 1922 auf ,78 Milliarden Goldmark[2]) (Abb. 9).

In den zerstörten Gebieten Nordfrankreichs und Belgiens arbeiteten vom November 1918 bis zum 1. März 1920 260 000 in französischer und 215 000 in englischer Kriegsgefangenschaft befindliche deutsche Soldaten. Wird als Entgelt für diese Leistungen ein Tagelohn von 11,25 Fr, der dem damals im besetzten Gebiet üblichen Durchschnittslohn von 25 Fr für Zivilarbeiter entspricht, zugrundegelegt, so ergibt sich unter Berücksichtigung der tatsächlichen Arbeitstage (rd. 100 Mill. für die in französischer Hand, 53 Mill. für die in englischer Hand befindlichen Kriegsgefangenen) ein Betrag von insgesamt 1½ Milliarden Goldmark. Eine Gutschrift dieser Summe auf die Reparationsschuld ist nicht erfolgt, auch ist die Arbeit der Kriegsgefangenen nicht bezahlt worden.

[1]) Auf Reparationskonto ist von dieser Summe noch nicht ganz 1 Milliarde Mark gutgeschrieben worden, da von der Reparationskommission nur die deutschen Inlandpreise gutgeschrieben werden.

[2]) Die auf voriger Seite unter 4 genannte Summe von über 50 Milliarden Goldmark ergibt sich durch Hinzurechnung der in den nächsten Abschnitten dargestellten Leistungen.

bb. 9. Die Reparationslasten Deutsch-ınds von 1918 bis 1922 mit Vergleichs-zahlen in Milliarden Goldmark.

B. Leistungen außerhalb der Reparation.

Mit den eigentlichen Reparationsverpflichtungen einschließlich der Lieferungen für den Wiederaufbau der zerstörten Gebiete sind aber die Verpflichtungen Deutschlands aus dem Vertrage von Versailles noch nicht erschöpft.

Das Deutsche Reich ist außerdem noch

1. zu den Zahlungen aus dem Ausgleichverfahren, 2. zur Tragung der Besatzungskosten, 3. zur Erstattung der Ausgaben für interalliierte Kommissionen, 4. zu Restitutionen und Substitutionen, 5. zur Tragung der Kosten für die Durchführung des Vertrages von Versailles im Inland, 6. zu Sicherheitsleistungen an das Garantiekomitee, 7. zur Erstattung der elsaß-lothringischen Kriegsausgaben und der Kosten aus dem deutsch-französischen Pensionsabkommen, 8. zur Abtretung des Reichs- und Staatseigentums in Eupen-Malmedy und 9. zur Ablieferung von Staatskabeln verpflichtet.

Die Zahlungen im Ausgleichverfahren.

Die Zahlungen im Ausgleichverfahren, d. s. Zahlungen zum Ausgleich von vor dem Krieg oder während des Krieges fällig gewordenen Verpflichtungen Deutscher an Angehörige der gegnerischen Staaten, haben bis zum 30. November 1922 den Betrag von 615 Mill. Goldmark ausgemacht. Als unmittelbare Barleistung belasteten sie das Reich in sehr hohem Grade.

Die Besatzungskosten.

Die Besatzungskosten und die Ausgaben für die interalliierten Kommissionen, die mit zu den drückendsten Lasten, die Deutschland zu tragen hat, gehören, haben bis Ende 1922 folgende Beträge verschlungen:
Besatzungskosten . . . . rd. 4 500 Mill. Goldmark[3])
Ausgaben für interalliierte Kommissionen . . . 94 „ „

Die 4½ Milliarden ℳ Besatzungskosten für die rd. 4 Jahre, vom 11. November 1918 bis Ende 1922, sind um 700 Millionen Goldmark höher als die gesamten Militärlasten des Deutschen Reichs in den Jahren 1910 bis 1913 zusammengenommen. Die Kosten, die Frankreich 1871 bis 1873 für die Besatzung aufzubringen hatte, beliefen sich auf noch nicht ein Sechzehntel (340,7 Mill. Fr = 276 Mill. Goldmark) der genannten Summe (Abb. 10).

Restitutionen und Substitutionen.

Die Restitutionen und Substitutionen, d. h. Rück- und Ersatzlieferungen von Maschinen, Geräten, Schiffen und Tieren, belaufen sich schätzungsweise auf 410 Mill. Goldmark. Sie umfassen u. a.:

1 000 Personenwagen,
39 000 Güterwagen,
105 568 Stück Vieh,
39 000 Bienenvölker,
300 000 Maschinen.

Innere Ausgaben für Durchführung des Vertrags von Versailles.

Bei den bisher aufgeführten Leistungen Deutschlands handelt es sich nur um solche, die den gegnerischen Volkswirtschaften oder deren Einzelpersonen unmittelbar zugute kommen. Außerdem erwachsen Deutschland aus dem Vertrage von Versailles noch eine Reihe weiterer Verpflichtungen, die eine solche unmittelbare Übertragung von Werten nicht nach sich ziehen. Dazu gehören diejenigen Aufwendungen, die durch die Verpflichtungen des Vertrags von Versailles zur Entschädigung der Auslands- und Kolonialdeutschen und der aus den abgetretenen Gebieten Verdrängten für den Verlust ihres Eigentums entstanden sind. Ferner gehören hierher die Ausgaben für Personen- und sonstige Schäden, die in den besetzten Gebieten entstehen, Ausgaben, welche die Fürsorge für die Flüchtlinge aus den abgetretenen Gebieten verursacht, Ausgaben für die zwangsweise pensionierten Offiziere, die Kosten der Abstimmungen, der Grenzregulierungen und Überleitung, Ausgaben für den großen erforderlich gewordenen Verwaltungsapparat zur Durchführung des Vertrages von Versailles u. a. m. Die bisher aus diesen Ausgaben dem Deutschen Reich — abgesehen von den Ausgaben für die Liquidations-, Verdrängungs-, Kolonial- und Auslandschäden — erwachsene Kostensumme kann auf annähernd 500 Mill. Goldmark veranschlagt werden.

Industrielle Abrüstung.

Während aber diese Aufwendungen wenigstens teilweise der deutschen

[3]) Darunter 895 Mill. Goldmark innere Besatzungskosten einschließlich Markvorschüsse; die äußeren Besatzungskosten, d. h. die von den Besatzungsmächten selbst bestrittenen Ausgaben ohne Markvorschüsse, wurden von Deutschland durch Sachleistungen abgetragen.

Abb. 10.
Die Besatzungskosten Deutschlands mit Vergleichszahlen in Milliarden Goldmark.

Volkswirtschaft als solcher wieder zugeführt werden, bedeuten die Ausgaben für die Durchführung der Abrüstung auf industriellem und militärischem Gebiet eine zum Teil **sinnlose Zerstörung von Werten.** Nach Artikel 169 des Vertrages von Versailles sollen alle Kriegsspezialmaschinen und -werkzeuge, d. h. die maschinellen Einrichtungen, die ausschließlich zur Herstellung von Waffen, Munition und Kriegsgerät dienen, unbrauchbar gemacht werden. Diese Einrichtungen sind restlos beseitigt oder auf Anordnung der Kontrollkommission in die Länder der Alliierten gebracht worden.

Die nach Artikel 168 verlangten Umstellungen der in Deutschland vorhandenen Anlagen, die der Anfertigung und Lagerung von Waffen, Munition, Kriegsgerät usw. dienen, wie Munitionsfabriken, Artilleriedepots, Laboratorien, Zeugämter usw. sind durchgeführt oder in der Durchführung begriffen. Darüber hinaus wird aber die Beseitigung oder Zerstörung von reinen Werkzeugmaschinen jeglicher Art sowie von Anlagen, die nach erfolgter Umstellung auch für Friedenszwecke Verwendung finden können, gefordert. Dabei wird in den meisten Fällen nicht Rücksicht darauf genommen, daß die Maschinen und Anlagen für die Friedensbetriebe nötig werden, ja im Falle ihrer Beseitigung Ersatzbeschaffungen erforderlich werden, oder daß die noch übrig gebliebenen Einrichtungen überhaupt nicht mehr verwertet werden können. Wassertürme, Schornsteine, Transformatoren, einfache Lagerschuppen, die nach den Vorschriften der deutschen Arbeiterschutzgesetzgebung unbedingt für den Gesamtbetrieb erforderlich sind, Ölkeller, Stahlvergütungsanlagen, Thomasöfen und dergleichen, Feuerlösch- und Blitzschutzanlagen, Feuerwachen, Gleisanlagen und Gleisanschlüsse sollen beseitigt werden. So werden ohne jegliche Begründung große Werte verschleudert, wertvolle Produktionsstätten vernichtet, zahlreiche Arbeitskräfte durch die Zerstörungsarbeit einer produktiven Tätigkeit entzogen. Die wirtschaftlichen Verluste, die der deutschen Volkswirtschaft durch diese Art der Abrüstung entstehen, lassen sich auch nicht annähernd zahlenmäßig feststellen. Einigermaßen ein Bild gibt die Feststellung, daß bei einer kleinen Zahl (337) einer Prüfung unterzogenen privaten Fabriken der Wert an unbrauchbar gemachtem Material und die Zerstörungskosten auf rd. 2,7 Milliarden Goldmark beziffert wurden. Soweit reichseigene Anlagen in Betracht kommen, sind allein an Gebäuden etwa 500 bis 600 zu zerstören mit einem Gestehungswerte von etwa 53 Mill. Goldmark. Hiervon sind Anlagen und Anlagenteile im Werte von 21,5 Mill. Goldmark bereits zerstört. Ferner sind von den reichseigenen Anlagen der Deutschen Werke A.-G. 250 Gebäude und 10 000 Maschinen zerstört, weitere 10 000 Maschinen nach allen Richtungen zerstreut worden. Der Umfang der noch vorzunehmenden Zerstörungen kann überhaupt nicht übersehen werden, weil die Kontrollkommissionen noch laufend neue Forderungen stellen.

Gemäß Artikel 202 des Vertrages von Versailles mußten 514 reichseigene Flugzeug- und 36 Luftschiffhallen sowie die Einrichtungen von 15 Wasserstoffgasanstalten im Gestehungswerte von insgesamt 125 Mill. Goldmark an die Verbandmächte ausgeliefert werden; davon sind 24 ehemals reichseigene Flugzeughallen und Werkzeughallen, sowie 2 Luftschiffhallen und 2 Wasserstoffgasanstalten vorläufig für Zwecke der internationalen Luftfahrt belassen worden. Doch droht auch hier die Zerstörung und damit ein weiterer Verlust von rd. 20 Mill. Goldmark. Von den sämtlichen im privaten oder kommunalen Besitz befindlichen 225 Flugzeughallen und 14 Luftschiffhallen sind nur 44 bzw. 2 für die Luftfahrt verblieben, alle übrigen abgebrochen oder für Zwecke der Luftfahrt unbrauchbar gemacht, wodurch der deutschen Wirtschaft ein weiterer Schaden von rd. 20 Mill. Goldmark entstand.

Militärische Abrüstung.

Die rein militärische Abrüstung ist ebenfalls nur zu einem Bruchteil zahlenmäßig erfaßbar. Die deutsche Kriegsflotte ist bis auf 8 Linienschiffe, 8 kleine Kreuzer und 5 kleine Hilfsschiffe ausgeliefert oder zerstört. Das deutsche Landheer ist auf die im Vertrage vorgeschriebene Stärke von 100 000 Mann herabgesetzt worden. An Kriegsmaterial wurde ein großer Teil gemäß dem Waffenstillstandsvertrage beim Rückzug in Feindesland zurückgelassen, der Rest fast vollständig abgeliefert.

Eine Schätzung des Wertes des abgelieferten Kriegsmaterials ergibt:

für das Landheer	4,67 Milliarden Goldmark,
für die Marine	0,43 „ „
für die Luftflotte	1,28 „ „
zusammen	6,38 Milliarden Goldmark.

Nicht mit einbegriffen sind dabei die militärischen Rücklaßgüter, die Waffenstillstandslieferungen und die Abgabe von Kriegsschiffen als Sühne für Scapa-Flow. Die übergebenen Kriegsschiffe (ohne die in Scapa Flow internierten Schiffe) einschließlich der an Japan abgetretenen Marineanlagen in Tsingtau stellen allein einen Wert von 1,417 Milliarden Goldmark dar.

Die vorgesehene Schleifung von Befestigungen ist mit einem Kostenaufwand von 310 Mill. Papiermark (bis 1. 12. 1922) zum größten Teil durchgeführt. Für die weiteren Arbeiten werden die nach dem Voranschlag von Mitte Oktober (Dollarstand: 3181) noch vorgesehenen rd. 365 Millionen nicht ausreichen. Die Hafenanlagen von Helgoland sind bereits vollständig zerstört. An der Stelle, wo sich ein blühender Hafen für alle denkbaren Zwecke entwickeln konnte, wo ganze Fischerflotten oder zahlreiche Fahrzeuge anderer Art bei Unwetter sichere Zuflucht finden konnten, liegt jetzt ein Trümmerfeld unter Wasser. Unersetzbare Werte mußten vernichtet werden. Der Verlust trifft nicht nur Deutschland allein, sondern auch die beteiligte internationale Seeschiffahrt.

Sicherheitsleistungen für das Garantiekomitee

Auf Girokonto des Garantiekomitees bei der Reichsbank mußt in der Zeit vom 15. Oktober bis 31. Dezember 1921 bestimmte Papi markbeträge eingezahlt werden, die

1. das Aufkommen an Zöllen und Ausfuhrabgaben,
2. den Gegenwert von 25 vH des Wertes der deutschen Ausfu ausmachen.

Soweit die Einzahlungen das Aufkommen an Zöllen und Ausful abgaben darstellen, sind die Beträge in ausländische Zahlungsmittel u gewandelt und an die Reparationskommission abgeführt worden. D Gegenwert = 44,9 Mill. Goldmark ist auf Goldannuitätenkonto gu geschrieben und bereits oben bei den Barzahlungen unter „Verschi denes“ berücksichtigt. Dagegen befindet sich der Gegenwert von 25 v des Wertes der Ausfuhr, d. h. rd. 74 Mill. Goldmark, noch heute den Händen des Garantiekomitees.

Elsaß-lothringische Kriegsausgaben, Pensionsabkommen, Eupen-Malmedy, Staatskabel.

Die Höhe der Kosten, die bis Ende 1922 aus der Verpflichtung zu Erstattung der elsaß-lothringischen Kriegsausgaben und aus dem deutsc französischen Pensionsabkommen entstanden sind, beziffert sich a rd. 42 Mill. Goldmark. Der Wert des Reichs- und Staatseigentums den an Belgien abgetretenen Kreisen Eupen und Malmedy beträg rd. 150 Mill. Goldmark. Die abgetretenen Staatskabel haben einen We von etwa 1 Mill. Goldmark.

Eine restlose Erfassung aller Deutschland durch den Vertrag vo Versailles aufgezwungenen Lasten und Schäden ist unmöglich. Ab gleichwohl vermag das hier entwickelte Bild der bisherigen Leistunge Deutschlands eine Vorstellung von den ungeheuren Werten zu erwecke die der deutschen Volkswirtschaft durch den Vertrag von Versaille entzogen worden sind. Selbst die vorsichtigste Berechnung ergibt vie Dutzende von Goldmilliarden, die Deutschland in die Hände sein Gegner übereignen mußte. Dazu kommen noch die vielen Milliarde um welche die deutsche Volkswirtschaft durch die Zerstörungsvo schriften der Alliierten und die Ausführungsarbeiten für den Vertra von Versailles geschädigt worden ist.

Es ist als eine besonders große Leistung angesehen worden, wi Frankreich seine Schuld von 5 Milliarden Fr. aus dem Kriege 1870/7 bezahlt hat. Damals hatten der Krieg und der Friedensschluß da Schuldnerland wirtschaftlich in sehr geringem Maße beeinträchtig Frankreichs Volkswirtschaft hatte nicht gelitten; die Zahlungsbilanz wa aktiv. Und gleichwohl dauerte es über zwei Jahre, bis der Betrag de Kriegsschuld bezahlt war. Die Zahlung erfolgte weit überwiegend mi Hilfe von Anleihen, die das Ausland Frankreich zur Verfügung stellte

Die Lage, in der sich demgegenüber Deutschland heute befinde ist eine ganz andere. Das Deutsche Reich war durch den Krieg bi an den Rand der völligen Erschöpfung geführt; die Lebenskraft seine Volkswirtschaft ist dann weiter durch den Vertrag von Versailles i jeder nur erdenklichen Weise geschwächt worden, die Erfüllung de geforderten Leistungen und die Anwendung aller Zwangsmittel unte Bruch des Versailler Vertrages und Verletzung des Völkerrechts ha schließlich das ganze Land immer schneller dem Untergang entgegen getrieben. Und trotzdem hat Deutschland schon eine Leistung voll bracht, die allein in finanzieller Hinsicht die Frankreichs nach den Kriege 1870/71 um mehr als ein Zehnfaches übersteigt. Es ist demnacl nicht wahr, wenn immer wieder behauptet wird, Deutschland habe nichts geleistet. **Die aufgeführten Zahlen beweisen das Gegenteil.**

II. Die Wirkungen des Vertrages von Versailles auf die deutsche Volkswirtschaft.

1. Die Schmälerung der Ernährungsgrundlage.

Deutschland war vor dem Kriege nicht in der Lage, den Nahrungsbedarf für seine Bevölkerung auf dem heimischen Grund und Boden zu erzeugen. Für ein Fünftel bis ein Sechstel der Bevölkerung mußten die Lebensmittel aus dem Ausland bezogen werden. Durch die Gebietabtretungen hat die heimische Nahrungsmittelversorgung der deutschen Bevölkerung eine erhebliche, gefahrdrohende Einengung erfahren, da gerade die landwirtschaftlich ertragreichsten Gebiete abgetreten werden mußten. Der fruchttragende Boden und der Viehstand haben sich in weit stärkerem Maße vermindert als die Bevölkerungszahl.

Verlust an landwirtschaftlicher Produktionsfläche.

In den auf Grund des Vertrages von Versailles abgetretenen Gebieten hat Deutschland eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von 4,96 Mill. ha verloren, d. i. 14,2 vH seiner gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche, darunter 3,93 Mill. ha oder 15,4 vH seiner gesamten Ackerländereien gegenüber einem Menschenverlust von 10,0 vH. Der Verlust an Anbaufläche für die wichtigsten Fruchtarten beträgt bei (s. Abb. 11):

Weizen	292 458	ha oder	14,8	vH
Roggen	1 133 405	„ „	17,7	„
Sommergerste	270 829	„ „	16,4	„
Hafer	496 674	„ „	11,2	„
Kartoffeln	586 709	„ „	17,2	„

Verlust an Vieh.

An Vieh wurden in den abgetretenen Gebieten nach der Zählung vom 1. Dezember 1913 gehalten:

Pferde	701 499	Stück oder	15,5	vH der Reichssumme
Rinder	2 346 073	„ „	11,2	„ „ „
Schweine	2 884 020	„ „	11,2	„ „ „

Die Zahlen zeigen, daß auch der Verlust an Vieh größer ist als Verlust an Gebiet und Bevölkerung.

Düngemittelversorgung.

Zu dem Verlust wichtiger landwirtschaftlicher Überschußgebiete at weiterhin als erschwerend für die Ernährungsverhältnisse der chen Bevölkerung hinzu, daß auch in den Deutschland verblie-n Teilen die Landwirtschaft infolge Mangels an genügenden hoch-gen Düngemitteln nicht mehr so viel zu produzieren vermag wie er Vorkriegszeit. Nur die Versorgung mit Kali kann als aus-end angesehen werden. Dagegen ist die Versorgung der deutschen wirtschaft mit den übrigen Düngemitteln einschließlich Stickstoff nstig und entspricht in keiner Weise der Nachfrage. An die che Landwirtschaft wurden an Rein-Stickstoff geliefert im Düngejahr:

1913/14[1]	210 000 t
1919/20	159 000 t
1921/22	etwa 300 000 t

Trotz des Fortschrittes im letzten Jahr reicht aber die deutsche stoffproduktion zu einer Volldüngung der Böden nicht aus. Dazu n mindestens 700 000 bis 800 000 t Rein-Stickstoff erforderlich. Eine re nennenswerte Steigerung der inländischen Stickstoffproduktion

Verbleib — Verlust

Abb. 11. Verlust an Anbaufläche und Vieh (im Verhältnis zum Bevölkerungsverlust).

des wegen des Kapital-, Kohlen- und Rohstoffmangels nur im Ver-von Jahren möglich. Eine Einfuhr von Chilesalpeter ist Deutsch-wegen des Tiefstandes seiner Währung zurzeit so gut wie völlig hlossen.

Am schlimmsten macht sich der Mangel an phosphorsäurehaltigen gemitteln bemerkbar. Dieser Mangel bleibt — auch wenn die Stick-frage völlig befriedigend gelöst werden könnte — von entschei-er Bedeutung für die Produktionsmöglichkeit der deutschen Land-chaft. Die Belieferung der Landwirtschaft des deutschen Reichs-ts jetzigen Umfanges mit Thomasmehl, Superphosphat, Knochenmehl Peru-Guano betrug — umgerechnet in Rein-Phosphorsäure — im gejahr

1913/14	535 000 t
1921/22	312 000 t

Der gewaltige Ausfall, der sich hieraus gegenüber dem letzten Vor-sjahre ergibt, wird einerseits, und in erster Linie, verursacht durch Verlust der auf den lothringischen Minetteerzen aufgebauten nasmehlgewinnung (Erzeugung Deutschlands 1913: 2 6 Mill. t, 1921 Mill t), anderseits durch die Unterbindung der früheren starken hr von Rohphosphaten aus dem Ausland infolge des Tiefstandes deutschen Währung (1913: rd. 930 000 t, 1922: 380 000 t).

Die Folge all dieser ungünstigen Verhältnisse ist eine fortschreitende nsivierung der landwirtschaftlichen Betriebsweise und damit eine hme der Bodenerträge, wie sich aus dem nachstehenden Vergleich Nachkriegsjahre mit dem letzten Vorkriegsjahr ergibt.

rungsmittelerzeugung im neuen Reichsgebiet.

Es betrug der durchschnittliche Ertrag (in dz/ha) bei folgenden harten in den Jahren

	1913	1922
Weizen	24,1	14,2
Roggen	19,3	12,6
Sommergerste	22,0	14,0
Hafer	22,0	12,5
Kartoffeln	157,1	149,4
Zuckerrüben	304,4[2]	258,6

Futtermittelversorgung.

Aber nicht nur die Bodenbewirtschaftung, sondern auch die deutsche wirtschaft hat bedeutend an Intensität und Leistungsfähigkeit eingebüßt. Die starke Fleisch-, Milch- und Fettproduktion, die Deutschland vor dem Krieg in seiner heimischen Viehwirtschaft erzielte, war nur möglich durch eine beträchtliche Einfuhr von Futtergerste für den damals vorhandenen Schweinebestand und von eiweißreichen Futtermitteln für die Milch- und Fleischproduktion. Diese Einfuhr von Futtermitteln hat nahezu aufgehört (Abb. 12). Es betrug die Einfuhr

	Durchschnitt 1911 bis 13	1922	Rückgang in vH
an Futtergerste	3 100 000 t	170 000 t	94,5
„ Hafer	600 000 „	91 000 „	84,8
„ Kleie	1 400 000 „	130 000 „	90,7
„ Grün- u. Rauhfutter	165 000 „	37 000 „	77,6

Besonders stark von diesem Rückgang der Futtermittelzufuhr wurde die Schweinezucht betroffen. Der Schweinebestand hat sich im heutigen Reichsgebiet von 22,5 Mill. im Jahre 1913 auf 14,7 Mill. am 1. Dezember 1922 vermindert; das ist eine Abnahme um 35 vH. Dabei ist der Rückgang der Gewichte der Tiere nicht berücksichtigt. Dieser drückt den Umfang des Viehbestandes von 1922 noch tiefer unter den von 1914. Auch die sonstige Fleischproduktion sowie vor allem die Milch- und Fetterzeugung ist unter diesen Verhältnissen außerordentlich stark zurückgegangen. Nach sachverständiger Schätzung ist die deutsche Milchproduktion der Menge nach von 12 Milliarden auf 7,8 Milliarden l gesunken; unter Berücksichtigung ihres Fettgehaltes ist sie sogar um mindestens die Hälfte zurückgegangen. Die inländische Fetterzeugung ist so gering, daß sie trotz des durch die verringerte Kaufkraft der Bevölkerung in den letzten Jahren eingetretenen starken Rückganges des Fettverbrauchs noch durch erhebliche Einfuhr von Fett aus dem

Fetteinfuhr	1911 bis 13	Mai 1921 bis April 1922
z. B. von Schweineschmalz	103 344 t	117 614 t
von Rinder- und Schaftalg	23 362 t	33 657 t

Ausland ergänzt werden muß. Bei den hohen Fettpreisen bedeutet dies naturgemäß eine starke Belastung der deutschen Handelsbilanz.

Im ganzen steht sonach Deutschland heute im Verhältnis zu der ihm verbliebenen Einwohnerzahl eine bedeutend kleinere Ernährungsgrundlage zur Verfügung. Es ist deshalb in noch stärkerem Maße als vor dem Krieg auf Nahrungsmitteleinfuhr und zur Bezahlung derselben auf Steigerung seiner industriellen Tätigkeit angewiesen.

2. Die Schmälerung der Rohstoffgrundlage.

Die deutsche Rohstoffgrundlage für die heimische Industrie ist infolge des Vertrages von Versailles erheblich geschmälert. Besonders empfindlich sind die Verluste an Erzen und Kohlen.

Die Erzverluste.

Auf der Grundlage der Produktion des letzten Friedensjahres 1913 berechnen sich die Erzverluste wie folgt (s. a. Abb. 13):

	Produktion auf dem alten Reichsgebiet in 1000 t	Verlust infolge Gebietsabtretung in 1000 t	Verlust in vH der Produktion d. alten Reichsgebietes
Zinkerze	646	441	68,3
Bleierze	145	38	26,2
Eisenerze	28 608	21 299	74,5

Der Verlust an Eisenerzen ist vor allem durch die Abtretung Elsaß-Lothringens (21,1 Mill. t), der an Zink- und Bleierzen durch die Abtretung Ost-Oberschlesiens und Eupen-Malmedys (441 000 t und 38 000 t) verursacht. Die deutschen Erzverluste entsprechen bei Eisen 20 vH, bei Zink[3]) 34 vH, bei Blei[3]) 8 vH der Erzproduktion von ganz Europa.

Die eigene Erzproduktion genügte auch mit den luxemburgischen Erzen bereits vor dem Kriege nicht für den Bedarf der deutschen Wirtschaft. Schon früher mußte Deutschland große Mengen Erze einführen. Der Außenhandel betrug in 1000 t:

	Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Einfuhrüberschuß	
		Gesamt	durchschnittlich je Monat	Gesamt	durchschnittlich je Monat	Gesamt	durchschnittlich je Monat
Bleierze	1913[4])	143,0	11,9	4,4	0,4	138,6	11,5
	1922	31,5	2,6	1,7	0,1	29,8	2,5
Eisenerze	1913[4])	14 024,3	1 168,6	2 613,1	217,8	11 411,2	950,8
	1922	11 013,7	917,8	173,1	14,4	10 840,6	903,4
Zinkerze	1913[4])	313,3	26,1	45,1	3,8	268,2	22,3
	1922	73,3	6,1	32,4	2,7	40,9	3,4

Wenn Deutschland heute nicht größere Mengen an Erzen aus dem Auslande bezieht als 1913, so liegt das daran, daß auch die Verhüttungsmöglichkeiten bedeutend zurückgegangen sind. Infolgedessen mußten

[1]) Altes Reichsgebiet; Düngejahr: 1. Mai bis 30. April.
[2]) Nur Preußen.
[3]) Berechnet nach dem Metallinhalt der Erze.
[4]) Altes Reichsgebiet einschließlich Luxemburg.

Rohmetalle, Roheisen und Eisenhalbzeug, die ehemals wichtige Ausfuhrgüter Deutschlands waren, in größerem Maße eingeführt werden. Es betrug in 1000 t:

	im Jahre	Einfuhr	Ausfuhr	Ein (—)-, Ausfuhr (+)-Überschuß
an Roheisen	1913[1]	124,3	782,9	+ 658,6
	1922	294,3	157,8	— 136,5
„ Eisenhalbzeug	1913[1]	11,0	700,8	+ 689,8
	1922	325,2	102,2	— 223,0
„ Rohblei	1913[1]	83,8	41,4	— 42,4
	1922	85,6	7,6	— 78,0
„ Rohzink	1913[1]	56,0	105,2	+ 49,2
	1922	24,8	21,1	— 3,7

Auch die Einfuhr von Walzwerkerzeugnissen hat im ganzen größeren Umfang angenommen.

Würde Deutschland heute ebensoviel produzieren können wie vor dem Kriege, dann müßte die Einfuhr an Rohstoffen noch um ein Vielfaches höher sein, als sie tatsächlich ist, und würde damit die Einfuhr von 1913 erheblich übertreffen.

Die Höhe der Produktion an Roheisen, Rohstahl, Zink und Blei betrug:

	in 1000 t 1913[2]	1920[2]
Roheisen	12 287	6 647
Rohstahl	13 659	8 136
Rohzink	281	17
Rohblei	188	53

Das Gesamtbild ergibt auf der einen Seite starken Einfuhrbedarf, auf der andern erheblich geringere Produktion, und die unausbleibliche Folge ist eine schwere Belastung der deutschen Handelsbilanz.

Die deutsche Kohlenversorgung.

Ebenso ungünstig liegen die Verhältnisse bei der Kohle. Die Abtretung des Kohlenüberschußgebietes Ost-Oberschlesien, die Entziehung der Saarkohle und die Reparationslieferungen an die Entente haben die deutsche Kohlenwirtschaft gänzlich umgestaltet. Vor dem Kriege konnte nicht nur der heimische Bedarf mit hochwertiger Kohle gedeckt werden, sondern darüber hinaus war noch ein Kohlenausfuhrüberschuß möglich, der annähernd den Gegenwert für den gesamten deutschen Einfuhrbedarf an Eisen-, Mangan-, Zink-, Blei- und Kupfererzen darstellte.

Heute muß sich der heimische Kohlenverbrauch in starkem Maße mit der minderwertigen Braunkohle und mit schlechteren Steinkohlensorten — vielfach zum Nachteil der Produktionsleistung — behelfen. Aber insbesondere nach dem Verlust der ostoberschlesischen Kohle konnte auch der dringendste heimische Brennstoffbedarf nur dadurch beschafft werden, daß große Mengen Steinkohlen aus dem Ausland, vor allem aus England, eingeführt wurden, die Kohlenausfuhr dagegen so gut wie ganz unterbunden wurde.

Die deutsche Kohlenwirtschaft.

Deutschland hatte im Monatsdurchschnitt des Jahres 1913:

	Mill. t
eine Steinkohlenförderung von	15,8
eine Braunkohlenförderung[3]) von	1,6
eine gesamte Kohlenförderung von	17,4
hiervon	
Zechenselbstverbrauch[4]) des Steinkohlenbergbaues	0,8
Grubenselbstverbrauch im Braunkohlenbergbau	0,1
Der Verwertung standen zur Verfügung	16,5
hiervon	
Verbrauch in den abgetretenen Gebieten, in Luxemburg und im Saargebiet	2.2
Der Verwertung standen zur Verfügung	14,3
hiervon wurden	
ausgeführt[3]) (nach Abzug der Einfuhr)	2.5
im jetzigen Staatsgebiet ohne Saargebiet verbraucht	11.8

Dagegen hatte Deutschland im Monatsdurchschnitt Juli bis Dezember 1922

	Mill. t
eine Steinkohlenförderung von	10.2
eine Braunkohlenförderung[3]) von	2.6
eine gesamte Kohlenförderung von	12,8
hiervon	
Zechenselbstverbrauch[4]) im Steinkohlenbergbau	rd. 1.0
Grubenselbstverbrauch im Braunkohlenbergbau	0.3
Zwangslieferungen an die Entente	1.5
Der Verwertung standen zur Verfügung	10,0
hiervon	
ausgeführt[3]) auf Grund von unter Zustimmung der Reparationskommission abgeschlossenen Staatsverträgen	0.2
im Inland an einheimischer Kohle verbraucht	9.8

[1]) Altes Reichsgebiet einschließlich Luxemburg.
[2]) Jetziger Gebietsumfang einschl. Saargebiet.
[3]) Koks, Braunkohle und Preßkohlen nach den mit der Reparationskommission vereinbarten Sätzen auf Steinkohle umgerechnet.
[4]) Ohne Deputatkohle.

Nach dieser Aufstellung stehen der deutschen Wirtschaft heute im Monatsdurchschnitt 4,3 Mill. t oder im Jahre 51.6 Mill. t weniger an einheimischen Kohlen zur Verfügung als im letzten Vorkriegsjahr. Für den Verbrauch im Inland (gegenwärtiges Staatsgebiet ohne Saargebiet) verbleiben heute trotz der Unterbindung der Ausfuhr monatlich 2 Mill. t weniger als im Jahre 1913. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der gegenwärtige mengenmäßige Bedarf größer als der Friedensbedarf ist. Denn von den qualitätsmäßig schlechteren Kohlen, die bei den hohen Qualitätsansprüchen für die Zwangslieferungen der deutschen Wirtschaft verbleiben, werden zur Erzielung des gleichen Heizwertes viel größere Mengen verbraucht. Zur Befriedigung des dringendsten Brennstoffbedarfs und zur Ansammlung eines Vorrats für die Wintermonate mußten trotz der Preisunterschiede und der ungünstigen Einwirkung auf die Zahlungsbilanz im Durchschnitt der Monate Juli bis Dezember 1922 annähernd 2 Mill. t eingeführt werden. Diese Einfuhr entspricht ungefähr der Menge, die Deutschland an Reparationskohle monatlich abliefern muß. In den letzten Monaten war sogar die Einfuhr größer als die Reparationslieferung. **So ist Deutschland Kohleneinfuhrland geworden fast in einem Ausmaß, wie es vor dem Kriege Kohlenausfuhrland war** (Abb. 15).

Die schwerste Erschütterung hat die deutsche Kohlenversorgung durch die Besetzung und Abschnürung des Ruhrgebiets erlitten.

Abb. 12. Rückgang der Einfuhr von Futtermitteln.

3. Die Schmälerung der Arbeitskraftgrundlage.

Die erwerbtätige Bevölkerung Deutschlands.

Die wirtschaftliche Stellung, die Deutschland vor dem Kriege hatte, beruhte — im Gegensatz zu vielen anderen Ländern — weniger auf den natürlichen Reichtümern des Landes oder der Kolonien als vielmehr in erster Linie auf der Arbeitskraft und der Arbeitsleistung seiner Bevölkerung.

Nachdem Deutschland gerade solche Gebiete, die sich entweder durch besondere Fruchtbarkeit oder durch Kohlen- und Erzreichtum auszeichneten, verloren hat, ist es jetzt in noch weit höherem Maße als früher auf die Arbeitskraft seiner Bevölkerung angewiesen. Diese aber hat durch den Krieg und noch mehr durch den Vertrag von Versailles eine ungeheure Schwächung erfahren.

Nach der letzten großen Berufzählung von 1907 gab es im Deutschen Reich alten Umfangs (bei einer Gesamtbevölkerung von 61,7 Mill.) 26,8 Mill. erwerbstätige Personen[5]). Auf die abgetretenen Gebiete entfallen davon nicht weniger als 2,7 Mill. Erwerbtätige. Rd. ein Zehntel der ehemaligen gesamtdeutschen Arbeitskraft hat demnach das Reich mit den abgetretenen Gebieten verloren. Der Verlust ist ungefähr

[5]) Ohne die von eigenem Vermögen oder Renten usw. lebenden berufslosen Selbständigen (3,4 Millionen) und ohne die häuslichen Dienstboten (1,3 Millionen).

Abb. 13. Verlust an Erzen (im Verhältnis zum Verlust an Bevölkerung und Gebiet).

Abb. 14. Die deutsche Kohlen

wie die Gesamtzahl der Erwerbtätigen Belgiens (2,9 Mill. im Jahre oder der Erwerbtätigen von Schweden und Norwegen (2,0 + Mill. im Jahre 1910) zusammengenommen.

Die Erwerbtätigen in der Industrie.

Der durch die Gebietabtretungen bewirkte Verlust an industriellen itkräften beziffert sich (nach der Zählung von 1907) auf 805 000 rbtätige Personen. Dieser Verlust ist etwa so groß wie die ge- e gewerblich tätige Bevölkerung der Schweiz (822 000) oder der rlande (783 000) oder auch von Schweden und Norwegen (565 000 + 0) zusammengenommen.

Die Erwerbtätigen in der Land- und Forstwirtschaft.

Die deutsche Landwirtschaft wurde ganz besonders schwer be- en. Neben den oben erwähnten Verlusten an hochkultiviertem, er- eichem Boden durch die Gebietabtretungen hat sie über 1,33 Mill. rbtätige, d. i. 13,4 vH ihrer sämtlichen Arbeitkräfte (nach dem de von 1907) verloren.

Der Personalverlust, den die deutsche Landwirtschaft durch die etabtretungen erlitten hat, ist ungefähr gleich groß wie der Ge- bestand der landwirtschaftlichen Arbeitkräfte in England und es (1,39 Mill. im Jahre 1911) oder in Schweden und Norwegen mmengenommen (1,01 + 0,36 Mill. im Jahre 1910).

Unter Berücksichtigung aller angeführten Umstände ergibt sich eine mälerung der für den volkswirtschaftlichen Wiederaufbau wie für die agung der dem Deutschen Reich aufgebürdeten Kriegsentschädi- gen gleich wichtigen Arbeitskraftgrundlage.

4. Der deutsche Außenhandel[1]).

Der Außenhandel Deutschlands ist gegenüber 1913 außerordentlich k zurückgegangen. Es stellte sich durchschnittlich monatlich:

	1913		1922	
	Menge in 1000 dz	Wert in Mill. Goldmark	Menge in 1000 dz	Wert in Mill. Goldmark
Einfuhr auf	60 693	933,9	38 229	516,7
Ausfuhr auf	61 430	849,9	17 965	330,8
esamtaußenhandel auf	122 123	1 783,8	56 194	847,5

[1]) Einzelheiten über den deutschen Außenhandel s. Z. 1923 S. 402.

Abb. 15. Deutschland vom Kohleneinfuhr- zum Kohlenausfuhrland.

Abb. 16. Deutschlands Außenhandel.

Abb. 17. Anteil der Warengruppen an Deutschlands Einfuhr.

Abb. 18. Anteil der Warengruppen an Deutschlands Ausfuhr

Der Umsatz im Außenhandel war mithin im Jahre 1922 noch nicht einmal halb so groß wie im Jahre 1913 (s. a. Abb. 16 bis 18). Die Einfuhr ist dem Werte nach um 45 vH, die Ausfuhr um 62 vH zurückgegangen.

Die Ursachen des Einfuhrrückganges liegen in der Verarmung Deutschlands, in der Verminderung der Bevölkerung und in dem starken Rückgang der Produktionskraft. Für den Kopf der Bevölkerung stellte sich die Einfuhr 1913 monatlich auf 13,9 — 1922, trotz der einseitig aufgezwungenen Meistbegünstigung, auf 8,1 Goldmark. Voll in die Erscheinung tritt die ganze Notlage Deutschlands in diesen Einfuhrzahlen noch nicht. Denn es muß jetzt ein viel größerer Prozentsatz der Einfuhr zur Versorgung des Inlandes verwandt werden als vor dem Kriege. Das ist einerseits auf die Abtretung wichtiger landwirtschaftlicher Produktionsüberschußgebiete und gewaltiger Rohstoffquellen zurückzuführen, wodurch die Einfuhr von Lebensmitteln und gewissen Industrie-Roh- und -Hilfsstoffen in großem Maß erforderlich wurde. Anderseits muß für diejenigen Reparationslieferungen (z. B. Kohle), die über die Leistungsfähigkeit Deutschlands gehen, im Inland Ersatz durch die Einfuhr geschaffen werden. Dazu kommt, daß Deutschland aus den abgetrennten Gebieten größere Mengen auch von solchen Waren zollfrei hereinlassen muß, die nicht zu den lebensnotwendigen gehören, und deren Einfuhr Deutschland in den meisten Fällen sehr unerwünscht ist.

Die Ausfuhr weist, wie bereits gesagt, gegenüber dem Jahre 1913 wertmäßig einen Rückgang um 62 vH auf. Auf den Kopf der Bevölkerung stellte sie sich monatlich im Jahre 1913 auf 12,7 Goldmark, 1922 auf 5,2 Goldmark. Einerseits ist die Leistungsfähigkeit der deutschen Industrie ganz erheblich zurückgegangen. Anderseits stellen die Schutzmaßnahmen vieler Länder Hindernisse dar, die selbst durch den Anreiz, der von der sinkenden Markwährung ausgeht, nicht überwunden werden können.

Die Ein- und Ausfuhr nach Ländern.

Der deutsche Außenhandel nach Ländern zeigt gegenüber der Zeit vor dem Kriege erhebliche Verschiebungen.

Das Bild der Einfuhr ist durch die Ausschaltung Rußlands als bedeutender Lieferer von landwirtschaftlichen Erzeugnissen außerordentlich stark verändert worden. An Rußlands Stelle sind vor allem die Vereinigten Staaten von Amerika getreten. Infolgedessen liegt das Übergewicht der Einfuhr jetzt bei den außereuropäischen Staaten.

An der Ausfuhr haben dagegen nach wie vor die europäischen Staaten den größten Anteil. Während aber 1913 die Ententestaaten weit mehr aus Deutschland bezogen als die neutralen Staaten, hat sich das Verhältnis jetzt auf Grund der Schutzmaßnahmen, Abgaben usw. vollkommen geändert.

Bemerkenswert ist noch besonders der große Anteil, den die Niederlande an der deutschen Ausfuhr haben. Sie haben England, das vor dem Kriege den größten Teil der deutschen Waren aufnahm, in ihrer Eigenschaft als Zwischenhändler weit überflügelt (siehe die nebenstehende Tafel und Abb. 19 u. 20).

Bei der Darstellung der deutschen Ausfuhr sind die Reparationslieferungen an die Entente noch nicht berücksichtigt. Die Härte dieser Deutschland auferlegten Verpflichtungen erhellt beispielsweise aus dem Vergleich zwischen der Gesamtausfuhr von Kohle und Vieh im Reparationsjahr Mai 1921 bis April 1922 und dem hiervon auf Reparation entfallenden Anteil dieser Waren. Es betrugen

an fossilen Brennstoffen (Steinkohle, Koks und Briketts):

die Gesamtausfuhr einschließlich der vertraglichen Zwangslieferungen	218,3 Mill. dz
die vertraglichen Zwangslieferungen	161,5 „ „
die Handelsausfuhr [1])	86,8 „ „

an Vieh:

die Gesamtausfuhr einschließlich der vertraglichen Zwangslieferungen	388 312 Stück
die vertraglichen Zwangslieferungen	355 542 „
die eigentliche Handelsausfuhr	32 770 „

Der Menge nach rollen mithin fast ebensoviel Waren über die Grenze als Zwangslieferungen wie im gewöhnlichen Handelsverkehr.

Die weltwirtschaftliche Bedeutung dieser Reparationslieferungen ist darin zu erblicken, daß dadurch die unmittelbare Aufnahmefähigkeit Deutschlands für Weltmarktprodukte eingeengt wird. Reparation bedeutet für Deutschland eine Ausfuhr ohne Gegenwert, d. h. ohne ausgleichende Aufnahme ausländischer Waren. Mit anderen Worten: Reparation ist deutsche Arbeit, die nicht gleichzeitig wieder fremde Arbeitshände in Bewegung setzt, die im Gegenteil sogar fremde Arbeitskräfte zum Feiern verurteilt. Zu welch haltlosen, den Interessen der Weltwirtschaft geradezu zuwiderlaufenden Zuständen dies führen kann, läßt sich an Hand der deutschen Kohlenlieferungen veranschaulichen.

[1]) einschließlich der durch die Oppelner Ententekommission erzwungenen Ausfuhren.

1913 — insgesamt 934 Mill. Goldmark je Monat; 1922 (Januar bis März) — insgesamt 418 Mill. Goldmark je Monat

Abb. 19. Deutschlands Einfuhr nach Ländern.

1913 — insgesamt 850 Mill. Goldmark je Monat; 1922 (Januar bis März) — insgesamt 376 Mill. Goldmark je Monat

Abb. 20. Deutschlands Ausfuhr nach Ländern.

Deutschlands Ein- und Ausfuhr nach Ländern [illegible] der Gesamteinfuhr und -ausfuhr.

(Vergl. Abb. 19 u. 20.)

Zeichen	Land	Einfuhr 1913	Einfuhr 1922 Jan./März	Ausfuhr 1913	Ausfuhr 1922 Jan./März
a	Niederlande	3,1	3,9	6,9	[illegible]
b	Schweden, Norwegen, Dänemark	4,7	4,2	6,7	[illegible]
c	Schweiz	2,0	3,0	5,3	[illegible]
d	Spanien	1,8	1,3	1,4	[illegible]
e	Großbritannien	8,1	8,7	14,2	[illegible]
f	Frankreich	5,4	2,6	7,8	[illegible]
g	Belgien	3,2	2,8	5.5	[illegible]
h	Italien	3,0	3,4	3,9	[illegible]
i	Österreich, Ungarn, Balkanstaaten, Türkei	9,4	6,0	14,0	[illegible]
k	Rußland, Finnland bzw. Nachfolgestaaten	13,6	1,9	9,7	[illegible]
l	Ver. Staaten	15,9	23,0	7,1	[illegible]
m	Argentinien, Brasilien	6,9	6,8	4,6	[illegible]
n	Asien	9,9	11,4	5,5	[illegible]
o	Afrika	4,7	7,1	2,1	[illegible]
p	Australien und Polynesien	3,0	3,2	1,0	[illegible]
q	Übrige Länder	5,3	3,6	4,3	[illegible]
r	Elsaß-Lothringen	—	4,3	—	[illegible]
s	Danzig, Memel u. Saargebiet	—	2,4	—	[illegible]
t	Westpolen	—	0,4	—	[illegible]

5. Die deutschen Kohlenlieferungen insbesondere und Frankreic[illegible] Kohlenversorgung.

Die deutschen Kohlenlieferungen mußten bisher pflichtgemäß [illegible] genommen werden, obwohl in Deutschland eine ernste Kohle[illegible] herrschte, während im Ausland eine Absatzkrise in Kohlen, die [illegible] besonders England betraf, Tausende von Arbeitern arbeitslos mac[illegible] Die englische Kohlenförderung sank durch Absatzkrisis und Ausstä[illegible] von 24,3 Mill. t im Monatsdurchschnitt des Jahres 1913 auf 13,76 Mi[illegible] im Jahre 1921. Die englische Steinkohlenausfuhr betrug im Jahre [illegible] 74,6 Mill. t, im Jahre 1921 25,1 Mill. t.

In Frankreich war bei Kriegsende die Meinung maßgebend, [illegible] sich durch die Angliederung Lothringens eine gewaltige Steigerung [illegible] Kohlenverbrauchs zu einem Zeitpunkt ergeben würde, in dem die [illegible]duktionsfähigkeit an Kohle durch die Zerstörung der Gruben gemin[illegible] wäre. Der Kohlenfehlbetrag wurde bei einem veranschlagten Koh[illegible]bedarf von 75 Mill. t auf 50 Mill. t geschätzt. Dieser Fehlbetrag so[illegible] durch die Saarkohle und die Zwangslieferungen Deutschlands gede[illegible] werden. Es wurde darauf hingewiesen, daß Lothringen auch in Friede[illegible]zeiten vorwiegend mit Ruhrkohle und Ruhrkoks versorgt worden w[illegible] Bei der ersten Veranschlagung der Höhe der Zwangslieferungen wu[illegible] aber nicht nur die Leistungsfähigkeit der durch die Abtretungen [illegible]schwächten deutschen Kohlenwirtschaft, sondern vor allem auch [illegible] französische Kohlenbedarf weit überschätzt. Statt der erwarte[illegible] 75 Mill. t betrug der französische Kohlenverbrauch, ohne daß Einschr[illegible]kungen infolge Kohlenmangels stattgefunden haben, im Jahre 1921 [illegible] 48,9 Mill. t. Die folgende Übersicht gibt ein Bild von der französisch[illegible] Kohlenwirtschaft (Abb. 21).

Monatsdurchschnitt	Förderung von Stein- und Braunkohle 1000 t	Einfuhr [2]) an Steinkohle, Koks [3]) und Preßkohle 1000 t	Ausfuhr an Steinkohle, Koks [3]) und Preßkohle 1000 t	Verbrauch 1000 t
1913 [4])	3404	1989	152	5241
1919 [5])	1842	1886	55	3673
1920 [5])	2106	2622	43	4685
1921 [5])	2353	1927	205	4075
1922 [5])	2654	2550	240	4964

Die Übersicht zeigt, daß der Verbrauch trotz der Gebieterweiteru[illegible] noch hinter dem von 1913 zurückbleibt, daß aber die Produktion dur[illegible] den Wiederaufbau der zerstörten Gebiete in den letzten Jahren wied[illegible] eine stete Zunahme zu verzeichnen hat. Besonders auffallend ist, da[illegible] die Ausfuhr an Kohle im Jahre 1921 um 35 vH, im Jahre 1922 sogar u[illegible] 58 vH höher als die Friedenausfuhr war.

Ganz besonders kraß erscheint der Widersinn der deutschen Rep[illegible]rationslieferungen bei der Kohlenlage im Saarrevier. Während i[illegible] Deutschland angesichts der Kohlennot der Kampf um Überschichten ge[illegible]führt wurde (1921), mußten die Saargruben wegen der Absatznot zei[illegible]weise Feierschichten einlegen. Frankreich konnte nicht einmal die Hälft[illegible] der abzusetzenden Saarkohle aufnehmen, während Monat für Monat di[illegible] Ruhrkohle angefordert wurde und eine geringfügige Fehl[illegible]menge den Vorwand für den Einbruch in da[illegible] Ruhrgebiet abgeben mußte.

Vom Standpunkt der Weltwirtschaft aus betrachtet, können der[illegible]artige Verhältnisse nur als unwirtschaftlich bezeichnet werden. Von[illegible]

[2]) Einschl. Reparationskohle.
[3]) Koks auf Steinkohle umgerechnet.
[4]) Ohne Elsaß-Lothringen.
[5]) Mit Elsaß-Lothringen.

713 1919 1920 1921 1922

Abb. 21. Monatliche Kohlenförderung (im Durchschnitt) Frankreichs in Mill. t.

Standpunkt der französischen Industrie aus dagegen ist die Erklärung darin zu erblicken, daß es der französischen Industrie mit dem Aufleben der Eisenindustrie in steigendem Maße um die Erlangung hochwertiger Kokskohle und Hüttenkoks zu tun ist, da die französischen Gruben und das Saargebiet nichts Gleichwertiges bieten. Vor allem aber liegt die Erklärung in dem Interesse Frankreichs, seine Industrie im Kampf um den Weltmarkt durch eine günstige Kohlenpreispolitik zu unterstützen.

6. Die deutsche Zahlungsbilanz.

Unter den Nachwirkungen des langen Krieges und dem Einfluß der oben geschilderten untragbaren Lasten des Vertrages von Versailles ist [d]eutsche Zahlungsbilanz, die vor dem Krieg eine wachsende Aktivi[tät]gezeigt hatte, fortgesetzt passiv; sie leidet nicht nur an einem [...]nden Überschuß der Wareneinfuhr über die -ausfuhr, sondern auch [...]e wichtige Faktoren der Zahlungsbilanz haben sich im Gegensatz [zur]Vorkriegzeit vollkommen zuungunsten der deutschen Volkswirt[schaft] entwickelt.

[D]er Außenhandel Deutschlands weist, wie wir oben gesehen haben, [in Go]ldmark berechnet, gegenüber der Zeit vor dem Krieg erheblich [geri]gere Ziffern auf, und zwar die Ausfuhr in noch stärkerem Maße [als d]ie Einfuhr, so daß der Passivsaldo der deutschen Handelsbilanz, [de]r vor dem Kriege bestand, aber durch andere Faktoren der Zah[lungs]bilanz mehr als ausgeglichen wurde, sich sowohl absolut wie relativ vergrößert hat. Er wird als Faktor der Zahlungsbilanz jetzt nicht durch andere Posten vermindert, sondern im Gegenteil vermehrt. [Obwo]hl die Ausfuhr durch die sinkende Valuta und durch notgedrungene [Spars]amkeit im Inlandverbrauch begünstigt wird, beträgt sie doch, ver[glichen]m mit dem Jahre 1913, kaum mehr als ein Drittel; denn die durch [Abtre]tungen von Gebieten usw. geschmälerte Wirtschaftsgrundlage, die Menschenverlust, Unterernährung, Rohstoffmangel usw. verursachte [Schwäch]ung der Produktionskraft, sowie ferner die protektionistischen Maß[nahm]en anderer Länder gegen das sogen. deutsche „Valutadumping“ [stehe]n einer Vergrößerung der Ausfuhr entgegen. Anderseits wurde der [Einfu]hrbedarf trotz der deutschen Not und Zahlungsschwierigkeit durch [tellwe]ise dieselben Ursachen, besonders durch den Verlust wichtiger [Rohst]offquellen und landwirtschaftlicher Überschußgebiete wenigstens [für ei]nzelne Waren vermehrt, so daß die Einfuhr trotz der Absicht mög[lichst]weitgehender Beschränkung nicht den gleichen Rückgang aufweist [wie d]ie Ausfuhr. Die sonstigen Faktoren der Zahlungsbilanz, die vor [dem]Kriege vorwiegend für Deutschland günstig waren, wurden durch [den V]erlust der Flotte und Kabel, die Liquidation der deutschen Besitz[tümer] im Ausland, die Veräußerung ausländischer Wertpapiere erheblich [verkl]einert. Die verkleinerten Faktoren wurden außerdem noch durch [neue] Faktoren, insbesondere auch durch Aufnahme von Schulden im [Ausla]nd, die für die deutsche Zahlungsbilanz ungünstig sind, zum Teil [wieder]als ausgeglichen.

[Die]Handels- und Zahlungsbilanz vor dem Kriege.

Deutschland hatte vor dem Krieg im Zusammenhang mit der Be[völke]rungszunahme und mit steigendem Verbrauch eine passive Handels[bilanz], aber eine aktive Zahlungsbilanz. Die Ziffern der Warenein- und [-ausfu]hr (ohne Gold und Silber) stellten sich für die letzten fünf Jahre [vor d]em Kriege (in Milliarden ℳ) wie folgt:

	1909	1910	1911	1912	1913
[Einfu]hr	8,5	8,9	9,7	10,7	10,8
[Ausfu]hr	6,6	7,5	8,1	9,0	10,1
[Saldo a]n Einfuhrüberschuß	1,9	1,4	1,6	1,7	0,7

Der Einfuhrüberschuß wurde aufgewogen durch die sogenannte [unsic]htbare Ausfuhr, für die zwar keine statistischen Ziffern vor[liegen], die aber in folgender Weise geschätzt werden können:

1. die durchschnittlich mit mindestens 5 vH anzunehmende Verzinsung des deutschen Besitzes an ausländischen Wertpapieren und Unternehmungen im Ausland (20 bis 25 Milliarden ℳ) 1 bis $1^1/_4$ Milliarden ℳ
2. Einnahmen aus dem internationalen Bank- und Frachtverkehr . . . . . . 1 „ „

zusammen 2 bis $2^1/_4$ Milliarden ℳ

[Dav]on sind in Abzug zu bringen die Ersparnisse [der]fremden Wanderarbeiter in Deutschland mit 0,4 „ „

[Es v]erbleiben als unsichtbare Ausfuhr . . . . . 1,6 bis 1,85 Milliard. ℳ

[Es ergab sich]im Jahresdurchschnitt ein Aktivum von etwa 1¾ Milliarden ℳ, [so da]ß sich für das Jahr 1913 bei einem Passivum der Handelsbilanz von [... M]illiarden ℳ ein Überschuß der Zahlungsbilanz von etwa 1 Milliarde ℳ [ergib]t.

Die Handels- und Zahlungsbilanz während des Krieges.

Während des Krieges gestaltete sich die Handelsbilanz Deutschlands noch erheblich mehr passiv. Die Ausfuhr ging stark zurück, hauptsächlich weil dem Produktionsprozeß durch Einstellung ins Heer Arbeitskräfte entzogen wurden, und weil einstige Ausfuhrindustrien sich weitgehend auf die Kriegsbedürfnisse, also auf Produktion für Inlandverbrauch, einstellen mußten; die Einfuhr blieb trotz äußerster Einschränkung hoch.

Insgesamt bezifferte sich für die Zeit vom 1. August 1914 bis Ende Dezember 1918 die Einfuhr auf rd. 23 Milliarden Goldmark, wozu noch rd. 4 Milliarden Goldmark an Einfuhr der Verbündeten auf Kosten Deutschlands kamen, die Ausfuhr auf rd. 12 Milliarden Goldmark, so daß ein Passivum von rd. 15 Milliarden Goldmark entstand. Dieses Passivum der deutschen Handelsbilanz konnte nur durch Entnahme aus dem Kapitalvermögen und durch Schuldenaufnahme im Ausland gedeckt werden, da das für die Friedenszeit auf jährlich 1¾ Milliarden ℳ geschätzte Aktivum der sonstigen Zahlungsbilanz infolge der weitgehenden Absperrung Deutschlands von der Weltwirtschaft ganz wegfiel.

So ist während des Krieges etwa 1 Milliarde ℳ an Gold aus Deutschland abgeflossen. Ferner wurden bis Ende 1918 mindestens 3 Milliarden ℳ ausländischer und 1 Milliarde ℳ inländischer Wertpapiere nach dem Ausland verkauft. Das verbleibende Passivum der Kriegszeit in Höhe von etwa 10 Milliarden Goldmark wurde durch Schuldenaufnahme im Ausland vorläufig beglichen, wovon 3 bis 4 Milliarden Goldmark auf fremde Valuta und 6 bis 7 Milliarden Goldmark auf Reichsmark lauteten.

Die Handels- und Zahlungsbilanz nach dem Kriege.

Der Einfuhrbedarf an Rohstoffen und Nahrungsmitteln war unmittelbar nach dem Kriege bei der Erschöpfung der Lagerbestände und der gesunkenen Produktion naturgemäß sehr hoch. Die Schmälerung der Ernährungs- und Rohstoffgrundlage infolge der Abtretungen wirkte in den kommenden Jahren ebenfalls einfuhrsteigernd. Wenn gleichwohl im Durchschnitt der Jahre 1919 bis 1922 die deutsche Einfuhr nur ungefähr 6,4 Milliarden Goldmark oder — trotz des gesunkenen Goldwertes — nur rd. 60 vH des Einfuhrwertes der Vorkriegzeit betragen hat, so ist das ein Zeichen für die Sparsamkeit, die sich die deutsche Volkswirtschaft auferlegen mußte. Für die vier Jahre 1919 bis 1922 beläuft sich der Gesamtüberschuß der Einfuhr über die Ausfuhr auf rd. 11 Milliarden Goldmark. Als weiterer Passivposten der deutschen Zahlungsbilanz treten hierzu die Barzahlungen und Devisen auf Grund des Versailler Vertrages. Bis Ende Dezember 1922 wurden insgesamt 2,23 Milliarden Goldmark geleistet. Hinzu kamen noch 615 Mill. Goldmark im Ausgleichverfahren, 895 Mill. Goldmark innere Besatzungskosten und 94 Mill. Goldmark für die interalliierten Kommissionen. Im Jahre 1922 allein beliefen sich die Barleistungen (trotz Stundung der in Cannes festgesetzten Monatsraten ab August 1922) noch auf über 1 Milliarde Goldmark. Von diesen Zahlungen sind bei Betrachtung der Zahlungsbilanz diejenigen Summen abzusetzen, die im Inland verausgabt wurden. Alles in allem ergibt sich ein Gesamtpassivum der deutschen Zahlungsbilanz in den vier Jahren 1919 bis 1922 von 14 Milliarden Goldmark.

Die volkswirtschaftliche Abdeckung der Passivposten.

Zur Deckung der gesamten oben angeführten Passivposten, die sich für die Zeit von 1919 bis Ende 1922, soweit sie überhaupt ziffernmäßig feststellbar sind, bereits auf rd. 14 Miliarden Goldmark beliefen, standen, wie gesagt, nur wenig Aktiva zur Verfügung. Etwas über 1 Milliarde Goldmark wurde in den Jahren 1919 und 1921 in effektivem Golde durch die Reichsbank an das Ausland abgeführt. Als Aktivum der Zahlungsbilanz wirkte ferner der Reiseverkehr von Ausländern in Deutschland, die Überfremdung mobiler und immobiler Güter sowie die Aufnahme von Schulden in verschiedenen Formen. Der Nutzen des Reiseverkehrs darf indes nicht überschätzt werden, da bei dem niedrigen Stande der Mark die eingehenden Goldwerte gering sind. Dagegen hat die Überfremdung an immobilen Werten und Wertpapieren einen erschreckenden, ziffernmäßig aber kaum zu erfassenden Umfang angenommen. Beispielsweise schätzte der Deutsche Grundbesitzer-Verband bereits im Herbst des Jahres 1922 allein den bisherigen Verkauf von Hausgrundstücken an Ausländer auf 350 Milliarden Papiermark, und wenn das Abströmen von Aktienwerten für die letzten Monate mit 10 vH angenommen werden dürfte, so würde das nach dem Kurswerte von Ende 1922 Anlagen des Auslandes von über 500 Milliarden Papiermark bedeuten. Der Umfang dieser Veräußerungen kann nur begriffen werden im Zusammenhang mit den sonst noch in Betracht kommenden Zahlungsmöglichkeiten, nämlich der Deckung von Verpflichtungen durch Abgabe von festverzinslichen Markwertpapieren, von Marknoten und von Markguthaben. Mangels anderer Aktiva mußten in größtem Umfange solche Werte, insbesondere Marknoten und Markguthaben, im Auslande veräußert werden. Ein Teil dieser so veräußerten Markwerte diente dann dem Auslande wieder zur Bezahlung der in Deutschland gekauften Substanzwerte. Die Markverkäufe mußten, wie die starke Passivität der Zahlungsbilanz überhaupt, naturgemäß die deutsche Valuta schwer schädigen, eine Erscheinung, die bekanntlich besonders deutlich hervortrat, nachdem Deutschland begonnen hatte, auf Grund des Vertrages von Versailles Bar- und Sachleistungen zu bewirken. Während der Dollar in Deutschland Ende 1919 mit 49 ℳ, Ende 1920 mit 73 ℳ, Ende Mai 1921 mit 63 ℳ bewertet wurde, stellte er sich Ende 1921 bereits auf 184 ℳ, um im Laufe des Jahres 1922 bis auf 9150 ℳ (am 8. November) zu steigen. Ende Dezember 1922 galt er 7350 ℳ, am 4. Mai 1923 rd. 37 600 ℳ.

7. Der Reichshaushalt.

Die Passivität der Zahlungsbilanz ist mithin die tiefere Ursache der Zerrüttung der deutschen Währung. Die Störung des Gleichgewichts im Haushalt und die Inflation sind wieder die Folgen der Geldentwertung. Die Geldentwertung vernichtet also den Haushalt, bewirkt mit unabänderlicher Notwendigkeit die Spanne zwischen Einnahmen und Ausgaben, die zum Fehlbetrag führt. Demgegenüber wird immer wieder behauptet, die Reichsregierung sei selbst an der Entwertung der Mark schuld, weil sie in steigendem Umfang ihren ordentlichen Finanzbedarf anstatt durch Steuern durch Inflation, d. h. durch Diskontierung von Schatzanweisungen bei der Reichsbank deckt.

Die schwebende Schuld.

Die schwebende Schuld des Reiches in Form von diskontierten Schatzanweisungen ist zahlenmäßig im Rechnungsjahre 1920 um 74,9 Milliarden *M*, 1921 um 105,6 Milliarden *M*, in den ersten 11 Monaten des Rechnungsjahres 1922 um 3316,3 Milliarden *M* gewachsen. Es wäre aber falsch, aus diesen Zahlen auf eine von Jahr zu Jahr stärker gewordene Inflation schließen zu wollen. Auf Gold umgerechnet bedeuten die genannten Zahlen, daß durch Ausgabe diskontierter Schatzanweisungen im Jahre 1920 ein Finanzbedarf in Höhe von 5178 Mill. Goldmark, im Jahre 1921 von 4513 Mill. Goldmark und in den ersten 11 Monaten des Rechnungsjahres 1922 von 2419 Mill. Goldmark gedeckt worden ist. Die starke Steigerung, die das Anwachsen der schwebenden Schuld erfahren hat, ist also nur nominell, verursacht durch die Geldentwertung, die für gleiche Wertbeträge größere Papiermarkbeträge erfordert (Abb. 22).

Ordentliche Ausgaben und Einnahmen.

Die Aufstellung eines Haushalts, der einen wirklichen Überblick über Bedarf und Deckung gibt, setzt einigermaßen stabile Währungsverhältnisse voraus. Die Herstellung des Gleichgewichts im Haushalt ist nur möglich, wenn die inneren Einnahmen so gestaltet werden können, daß für die Dauer damit die Ausgaben für die inneren und äußeren Zahlungsverpflichtungen des Reiches gedeckt werden. Solange die wirtschaftlichen Verhältnisse nach innen und außen eine derartige Steigerung der Einnahmen nicht zulassen, und solange der Ausgleich des Haushalts durch fundierte innere Anleihen nicht herbeigeführt werden kann, müssen mindestens die äußeren Zahlungsverpflichtungen durch Aufnahme einer auswärtigen Anleihe gedeckt werden. Solange aber auch das nicht möglich ist, und solange der Kredit Deutschlands im Ausland und das Vertrauen des Auslandes in eine Gesundung der deutschen Finanzverhältnisse nicht wiederhergestellt ist, vielmehr ständig durch neue unerfüllbare Forderungen mit dem Versuch ihrer gewaltsamen Durchsetzung untergraben wird, wird die Balanzierung des deutschen Haushalts undurchführbar sein.

Wie die Praxis gezeigt hat, ist es unmöglich, die in einem Haushaltentwurf vorgesehenen Ziffern einzuhalten. Jeder Haushaltentwurf wird von dem Augenblick seiner Aufstellung bis zu dem seiner Veröffentlichung unter dem Druck der Geldentwertung überholt und behält nur noch den Wert eines allgemeinen Finanzprogramms. Die schnell fortschreitende Geldentwertung hindert, die Einnahmen den laufenden Ausgaben anzupassen. Die Einnahmen stützen sich im wesentlichen auf Verhältnisse der Steuerzahler in rückliegenden Zeitabschnitten. Die Gesetze können nicht so schnell und so häufig abgeändert werden. Selbst bei raschester Arbeit vergehen Wochen, bis sie der Geldentwertung wieder angepaßt sind. Die Ausgaben dagegen folgen der Teuerung unmittelbarer und teilweise noch dazu auf einem Teuerungstand, der über dem des Verbrauchs liegt; und nur **dieser** ist für die Einnahmen maßgebend. Das ergibt sich einleuchtend aus der nachfolgenden Übersicht über die verschiedenen bis jetzt allein im Rechnungsjahr 1922 aufgestellten Voranschläge für dieses Rechnungsjahr.

Abb. 22. Der monatliche Zuwachs an schwebender Schuld in Goldmark.

Ausgaben und Einnahmen des Reichs.[1])

Ausgaben	Milliarden Papiermark a	b	[c]
Ordentliche Ausgaben	99,1	442,2	23
Davon Steuern und Überweisungen an die Länder und Gemeinden	22,3	76,3	
Außerordentliche Ausgaben	6,8	73,4	15
Zuschuß zu dem Anleihebedarf der Betriebsverwaltungen	19,9	203,7	10
Für den Vertrag von Versailles	**226,4**	**615,4**	**32**
Zusammen	352,2	1334,7	82

Einnahmen	Milliarden Papiermark a	b	[c]
Ordentliche Einnahmen	115,5	442,2	10
Davon Steuern	107,5	396,1	
„ Ausfuhrabgaben	2,2	25,0	
„ sonstige Einnahmen	5,8	21,1	
Außerordentliche Einnahmen	3,4	3,4	
Zwangsanleihe	—	45,8	
Einnahmen aus sonstigen Anleihen	233,3	843,3	58
Ungedeckter Bedarf der Allgem. Finanzverwaltung	—	—	69 . 13
Zusammen	352,2	1334,7	82

Abb. 23. Die Ausgaben des Reiches 1914 und 1922.

Die Ausgaben des Reiches 1914 und 1922.

	1914	1922
a) Verzinsung der Reichsschuld	9,8 vH	9,8 vH
b) Kriegsbeschädigten- und Hinterbliebenen-Versorgung	7,6 „	5,2 „
c) Heer	55,2 „	} 1,3 „
d) Marine	19,2 „	
e) Polizei	—	0,6 „
f) Wirtschaftliche und kulturelle Aufgaben	1,3 „	0,8 „
g) Soziale Lasten	2,5 vH	[illegible]
h) Zuschüsse zu den Betriebsverwaltungen	—	[illegible]
i) Finanzverwaltung und Steuererhebung	1,9 „	[illegible]
k) Allgem. Verwaltungsausgaben	2,5 „	[illegible]
Ausgaben in Ausführung des Vertrages von Versailles	—	69

Man sieht daraus, wie es unter der Wirkung einer schnell schreitenden Geldentwertung unmöglich wird, die Einnahmen mit Ausgaben in Einklang zu bringen, und wie die Spanne zwischen nahmen und Ausgaben zunimmt.

Die Finanzpolitik.

Alle finanzpolitischen Maßnahmen in Deutschland sind notwend weise diktiert von der Höhe seiner äußeren Zahlungsverpflichtungen von der Art und Weise, wie seine auswärtigen Gläubiger die Erfül dieser Zahlungsverpflichtungen verlangen. Bleiben diese Zahlung pflichtungen noch immer in phantastischer Höhe bestehen, wie sie sind, und werden die äußeren Zahlungsverpflichtungen Deutschl nicht so bemessen, daß für die deutsche Wirtschaft die Möglichkeit steht, diese Verpflichtungen zu erfüllen, so werden auch die klüg finanzpolitischen Maßnahmen nicht ausreichen, um die Finanzlage Reiches einer Gesundung entgegen zu führen. Solange das In- und land kein Vertrauen in die Finanzlage des Reichs gewinnen kann, solange das In- und Ausland nicht weiß, wie hoch letzten Endes deutschen Zahlungsverpflichtungen dem ehemals feindlichen Aus gegenüber sind, und endlich, solange man im In- und Ausland nicht stimmt damit rechnen kann, daß die Politik der Sanktionen und

[1]) a) Voranschlag 1922 nach dem Preisstand im Februar und dem soldungsstand von Anfang April 1922.
b) Voranschlag 1922 nach dem Preisstand im August und dem soldungsstand von Anfang November 1922.
c) Voranschlag 1922 nach dem Preisstand von Januar 1923 und Besoldungsstand von Anfang März 1923.

und der Besetzungen Deutschland gegenüber eingestellt wird, e wird im In- und Ausland keine Bereitwilligkeit bestehen, Reichsen aufzunehmen. Wenn sich das deutsche Volk in noch stärkerem als bisher an der Erfüllung der Reparationsverpflichtungen des und an der Hilfe für die Gesundung der Reichsfinanzen beteiligen o will es ein Ziel sehen, das bei einer stärkeren Beteiligung und ößeren Opfern erreicht werden kann, und es will wissen, daß nach hung dieses Zieles der wirtschaftliche und finanzielle Druck aufnd die Freiheit winkt. Wird dieses Ziel für das deutsche Volk sichtbar, so wird auch keine Aussicht bestehen, mit Erfolg von och größere Opfer zu verlangen. Werden aber die Verpflichtungen hlands aus dem Vertrage von Versailles so bemessen, daß die ht besteht, sie in absehbarer Zeit zu erfüllen, so wird Deutschland n der Lage sein, aus eigener Kraft seine Währung wieder in Ordzu bringen und damit die Grundlage für eine gesicherte Aufstellung Haushalts und eine geordnete Staatswirtschaft zu schaffen. Es das Vertrauen des In- und Auslandes in eine Gesundung der hen Finanzverhältnisse wiederkehren, und es wird die Möglichkeit bestehen, die gesamte Finanzlage durch die Aufnahme innerer und äußerer Anleihen zu ordnen.

8. Die angebliche Verschwendung im Reichshaushalt.

Im In- und Ausland sind über die Finanzgebarung in der deutschen Reichsverwaltung ganz haltlose Vorstellungen verbreitet. Sie gehen etwa dahin, daß wegen der ungeheuren Höhe der Verwaltungsausgaben nur ein kleiner Teil des Steuereinkommens nützlichen Zwecken zukommt, und daß weitaus die meisten inneren Ausgaben auf den kostspieligen Apparat der Reichsverwaltung und die Beamtengehälter entfallen. In Wirklichkeit fällt auf die eigentliche innere Verwaltung des Reichs nur ein sehr kleiner Bruchteil der Ausgaben des inneren Etats oder gar des Gesamthaushalts.

Weitaus am meisten entfällt auf die Kosten für Ausführung des Vertrages von Versailles. Sie verschlingen mehr als zwei Drittel der Gesamtausgaben, weit mehr als die gesamten Reichsausgaben in der Friedenszeit. Der ganze Haushalt erhält dadurch sein Gepräge. Auf die Höhe dieser Ausgaben hat das Reich keinen Einfluß (siehe hierzu Abb. 23). (Schluß folgt.)

BÜCHERSCHAU.

Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt zur Zeit 2500.

ische Schwingungslehre. Von W. Hort. Zweite Auflage. Berlin , Julius Springer.

Die erste Auflage dieses nützlichen Buches erschien vor zwölf n, s. Z. 1910 S. 1290, und hat damals nicht nur in Hochschuln, sondern auch in der technischen Praxis mit Recht viel Angefunden. Seitdem haben die Schwingungsvorgänge sowohl in Mechanik, wie auch in der Elektrotechnik eine immer steigende itung gewonnen, die von einer tiefgehenden Forscherarbeit bet wurde. Es braucht hier nur an die zahlreichen Arbeiten über che Drehzahlen mit den daran geknüpften lebhaften Erörterungen, ie mannigfachen Vorrichtungen zur Messung und Analyse perioer Vorgänge, sowie an die Entwicklung der drahtlosen Telegraphie Telephonie unter Zuhilfenahme von Vakuumröhren erinnert zu n, die fast alle in die Zeit seit dem Erscheinen der ersten Auffallen.

Der Aufbau des Werkes ist im großen und ganzen unverändert gen, der Umfang dagegen von 227 auf 828 Seiten angewachsen. Es nt wiederum nicht mit der allgemeinen Theorie, sondern mit der rsuchung der einfachsten freien mechanischen und elektrischen Vore ohne und mit Dämpfung, die nur beim Galvanometer gegenüber ilteren Darstellung beträchtlich weitergeführt und dann durch eine etische Betrachtung abgeschlossen wird. Darauf folgen die erzwuna Schwingungen, die sich den freien überlagern, also der Fall der ferenz, wofür die Masse an der Feder und der Wechselstromkreis Beispiel dienen; auch der gedämpften Erregung ist ein Abschnitt geet. Sehr eingehend sind die Instrumente, vom Indikator und Seisaphen beginnend, behandelt worden, wobei ich die Erwähnung der dlegenden Fliegnerschen Arbeit (Schweiz. Bauzeitung XVIII) und Schrift von A. Wagner über Kurbelweg- und Zeitdiagramme (Ber906) vermisse; dagegen wird mit Recht unter den Meßvorrichtungen der Kinematograph besprochen. In einem Abschnitt über rationelle anik werden nunmehr die theoretischen Grundlagen für die allgee Behandlung von Schwingungen mit Hilfe der Lagrangeschen Forerung erörtert. Dabei bedarf m. E. die Energieformel (1) § 32 eines eises, etwa auf Grund der Formel (6) § 31 für die allgemeinen Koordin. Hieran schließen sich die analytischen und graphischen Methozur Integration der in Frage kommenden Differentialgleichungen. r den Schwingungen mit einem Freiheitsgrad sind die kritischen zahlen, die Maschinenerschütterungen und ihre Beseitigung durch wuchtung sowie die Kurbelbewegung besonders hervorgehoben, wähals Beispiel für mehrere Freiheitsgrade die Reglertheorie, die der asser auch auf die unstetige Arbeitsweise ausgedehnt hat, eine ührliche Darstellung findet. Unter den Fahrzeugschwingungen sind nigen der Lokomotiven und Luftfahrzeuge hinzugekommen; außeraber hat der Verfasser seinen Vortrag über Kreiselbewegungen in eiterter Form in das Buch hineingearbeitet. Bei der an sich geenen Besprechung des Kompaßkreisels ist jedoch der Schlingerer, der zur Ausbildung des Anschützschen Dreikreiselkompasses und Anordnung mit Stabilisierungskreisel durch Martienßen Anlaß bot, as zu kurz gekommen, wogegen die vektorielle Ableitung der Kreiselchungen am Schlusse dieses Abschnittes vielen willkommen sein te. In der Schwingungslehre elastischer Körper, der Saiten, Memnen, Platten, Brücken und Fachwerke, sowie der Seile und Ketten men alle neuzeitlichen Verfahren von Zimmermann, Rayleigh, Ritz, nbel, Reißner u. a. zu ihrem Recht.

Nach einem kurzen Abschnitt über Flüssigkeitsbewegungen mit ohne Wirbel werden die Schallschwingungen in Gasen und Dämpfen, die Helmholtzsche Pfeifentheorie und ihre Erweiterung auf endliche schläge durch Riemann sowie das Auftreten von Schwingungen beim fluß durch Öffnungen und divergente Rohre (Prandtl) vorgetragen; egen die für die Sprengwirkung wichtige Stoßwelle nicht weiter verfolgt.

Die letzten besonders stark erweiterten Abschnitte sind vorwied, wenn auch nicht ausschließlich elektrischen Vorgängen gewidmet; werden zunächst die Kaufmannschen Kriterien der Stabilität und ilität sowie das Entstehen von Pendelungen in der Elektrotechnik darauf die Koppelungslehre mit der Resonanztheorie entwickelt, wobei als Beispiel u. a. der Frahmsche Schlingertank herangezogen wird. Auch unperiodische Impulse, wie sie bei der Erregung von Saitenschwingungen, im Lichtbogen sowie in Gleichstrommaschinen auftreten, finden hier eine eingehende Behandlung; die dabei nur gestreifte Entstehung der sogen. Schneiden- und Hiebtöne, die besonders Professor Krüger und seine Schüler experimentell und theoretisch verfolgt haben, hätte vielleicht im Anschluß an die Kármánschen Turbulenzwirbel ein weiteres Eingehen verdient. Darauf folgen die elektrischen Schwingungen in geraden Leitern, die Erörterung der Wanderwellen mit Anwendung auf die Telegraphie und die Kettenleiter sowie endlich die elektromagnetischen Schwingungen im Raume auf Grund der Maxwellschen Theorie. Den Abschluß bilden nicht harmonische Vorgänge, wie sie durch Mitwirkung von Eisenkernen im Stromkreis entstehen, wobei, wie jetzt allgemein üblich, eine vereinfachte Magnetisierungskurve unter Vernachlässigung der Hysteresis zugrunde gelegt wird. Die Theorie wird angewandt auf die Entstehung der Kombinationstöne nach den Untersuchungen von Waetzmann und auf die störenden Bewegungen elektrischer Kurbellokomotiven.

In drei Anhängen sind noch die Haupteigenschaften von Hyperbel-, Zylinder- und elliptischen Funktionen soweit zusammengestellt, als sie im Buche Verwendung finden. Sehr wertvoll erscheinen die angehängten Anmerkungen mit ausführlichem, bis in die letzte Zeit fortgeführtem Literaturnachweise. Ich füge noch hinzu, daß das vortrefflich ausgestattete Buch auch in der erweiterten Gestalt sich leicht liest und für jeden Studierenden und Ingenieur in der Praxis mannigfache Anregungen bietet. Es dürfte sich im Hochschulunterricht, vor allem im Seminarbetrieb mit reiferen Studierenden eignen und wird, da es eine große Fülle des in Zeitschriften zerstreuten Stoffes übersichtlich zusammenfaßt und auf einheitlicher Grundlage kritisch darstellt, sicher ebensoviel Freunde finden wie die nur kurze erste Auflage.

Danzig. [1593] H. Lorenz.

Versuche mit autogen und elektrisch geschweißten Kesselteilen, veranstaltet vom Schweizerischen Verein von Dampfkesselbesitzern unter Mitwirkung des Schweizerischen Azetylen-Vereins. Berichterstatter: E. Höhn. Zürich 1922, Speidel & Wurzel. Preis 2 Fr.

Im Anschluß an frühere Versuche (1914) haben die vorstehend genannten Vereine unter Beteiligung von 29 schweizerischen Firmen umfangreiche Versuche angestellt, welche über verschiedene Fragen für die Beurteilung der Güte von Schweißverbindungen Aufschluß geben sollen. Zunächst war die beste Art der Verschweißung eines Flansches mit einem Rohrstutzen sowie der Anordnung von angeschweißten Verstärkungsaugen an Flanschen zu ermitteln. Weiterhin hat man die Frage behandelt, ob das Vorhandensein der Walzhaut eines Bleches einen Einfluß auf die Festigkeit der Schweißverbindung ausübt. Ferner wurden verschiedene Verbindungen von senkrecht zueinander gerichteten Blechen, überlappte Schweißverbindungen sowie Probestücke untersucht, bei welchen Rostnarben durch spitzige Bohrlöcher nachgeahmt und durch Überschweißen ausgebessert wurden. Endlich hat man Messungen angestellt, um die Formänderungen örtlich erwärmter Bleche zu beobachten, die in ähnlicher Weise bei Schweißarbeiten auftreten.

Bei den Versuchen wurde der Hauptwert darauf gelegt, vergleichbare Zahlen für die Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Schweißverbindungen bei bestimmten Kraftwirkungen zu erlangen; so ist z. B. bei den Flanschenversuchen durch axiale Zugbeanspruchung des Rohres die Bruchbelastung der Schweißverbindung, oder bei den aufgewalzten und aufgeschraubten Flanschen die zum Abstreifen der Flansche erforderliche Kraft bestimmt worden. Von Biegungsversuchen wurde abgesehen.

Zum Schluß wird noch über einige Versuche mit autogen geschweißten Hohlkörpern berichtet; die Ergebnisse stehen im Einklang mit früheren Beobachtungen. Soweit aber die knappe Darstellung und die Auszüge aus den Ergebnissen erkennen lassen, stützte sich der Meßtisch bei diesen Versuchen nicht unmittelbar auf den Versuchskörper, was erfahrungsgemäß zur Erlangung ausreichend sicherer Ergebnisse nötig ist, vergl. z. B. Heft 51 und 52 der Forschungsarbeiten, C. Bach, **Versuche mit gewölbten Flammrohrböden.**

Die lehrreichen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit tragen wie die früheren zur Klärung der Eigenschaften autogener Schweißverbindungen bei und bilden eine beachtenswerte Ergänzung der umfassenden Versuche von Bach, Baumann, Diegel, Neese u. a. [1626] G. u. U.

The John Crerar Library. A List of books on the history of industry and industrial arts. January 1915. Prepared by Aksel G. S. Josephson. Chicago 1915. 486 S. 4°.

Das Interesse an der geschichtlichen Entwicklung der Technik ist bei uns noch verhältnismäßig jung. Die wissenschaftliche Forschung blickt heute auf nicht viel mehr als zwei Jahrzehnte zurück. In mühevoller Kleinarbeit ist von ihr viel wertvoller Stoff gewonnen worden. Trotzdem sind wir noch weit von dem Zeitpunkt entfernt, wo dieser Stoff als Grundlage für eine zusammenfassende Darstellung der Gesamtentwicklung der Technik dienen könnte. Je weiter aber diese Einzelforschung schreitet, desto schwieriger wird es, den an tausend Stellen zerstreuten Stoff zu überblicken und für die wissenschaftliche Arbeit verfügbar zu halten.

Einer amerikanischen Bibliothek ist es vorbehalten geblieben, den ersten größeren Versuch einer Zusammenfassung der Literatur zu machen. Die John Crerar Library in Chicago, die 1911 bereits eine Bibliographie zur Geschichte der Naturwissenschaften veröffentlicht hat, ließ dieser 1915 das obengenannte Buch folgen, das alle in ihren Beständen vorhandenen Schriften zur Geschichte von Industrie und Technik vereinigt. Es ist keine Bibliographie im strengen Sinn, sondern ein Bibliothekskatalog, der aber mit seinen mehr als 2700 Titeln einen so reichen Stoff bietet, daß er einstweilen die Stelle der fehlenden Bibliographie sehr wohl vertreten kann. Über ein Drittel (35 vH) des Inhalts entfällt auf deutsche Werke. Werke in englischer Sprache sind mit 43 vH, solche in französischer Sprache mit 17 vH vertreten, während der Rest von 5 vH sich auf Schriften in italienischer, spanisch-portugiesischer, holländischer, skandinavischer, russischer und lateinischer Sprache verteilt.

Bei der Abgrenzung des Stoffes ist der Bearbeiter stellenweise ziemlich weit über das Kerngebiet von Industrie und Technik hinausgegangen. Wirtschaftsgeschichte und Wirtschaftsgeographie im weitesten Umfang sind einbezogen, mit gelegentlichen Übergriffen auf Rechts- und Sozialgeschichte. Anderseits ist der Kunstgeschichte ein sehr breiter Raum gewidmet, auch da, wo sie über das rein Technische hinausgeht. Der Bearbeiter wollte wohl lieber etwas mehr als zu wenig geben, was angesichts der stark fließenden Grenzen seines Gegenstandes in der Tat auch nichts schadet.

Für die Anordnung der Titel ist das Deweysche Dezimalsystem gewählt, dessen Ziffern in den Abteilungen 6 (angewandte Wissenschaften) und 7 (schöne Künste) bis zur fünften, hier und da auch bis zur sechsten Dezimale verwendet sind. Bekanntlich hat die Dezimalklassifikation (DK) neuerdings auch in Deutschland Eingang gefunden. Die Technisch-Wissenschaftliche Lehrmittelzentrale beim Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine hat im August 1922 begonnen, einzelne Tafeln der Klassifikation aus dem Gebiet der Technik in deutscher Übersetzung herauszugeben. Die „Technische Zeitschriftenschau" (TZ) des VDI versieht seit kurzem ihre Referate mit Dezimalziffern, und das gleiche tun die „AEG-Mitteilungen" und die „BBC-Mitteilungen" mit ihren Aufsätzen. Es ist also zu erwarten, daß die Kenntnis der DK in den Kreisen der deutschen Ingenieure bald weitere Verbreitung finden wird.

Die Titelaufnahmen sind sehr ausführlich. Bei den Verfassernamen werden häufig noch die Lebensdaten angegeben. Umfang und Format der Schriften, etwaige Beigaben an Tafeln, Illustrationen usw. sind genau verzeichnet. Besonders angenehm ist, daß bei Werken, deren Inhalt aus einer Anzahl mehr oder weniger selbständiger Teile besteht, ein Verzeichnis dieser Teile beigefügt ist.

Wird eine rasche Inhaltübersicht durch die weitgehende stoffliche Gliederung des Buches sehr erleichtert, so leistet dafür auch das ausführliche Namen- und Sachverzeichnis am Schluß wesentliche Dienste.

Was den Wert des Bücherbestandes betrifft, über den der Katalog Auskunft gibt, so läßt sich sagen, daß die Sammlung in fast allen Teilen recht gut ausgebaut ist. Bei der Durchsicht erhält man überall den Eindruck, daß bei der Sammeltätigkeit mit Fleiß und Geschick vorgegangen ist und daß namentlich auch aus der deutschen Literatur manches Werk beschafft worden ist, das nicht gerade am Wege lag. Aus der verhältnismäßigen Jugend der Bibliothek erklärt es sich wohl, daß die älteren, großen deutschen Nachschlagewerke nur spärlich vertreten sind.

Die Ausstattung des Werkes in Papier und Drucktechnik läßt nichts zu wünschen übrig. Bemerkenswert ist noch der niedrige Preis, der für das 486 Seiten starke Buch nur 25 cts. (im Postbezug 50 cts.) beträgt. Daß für uns bei dem heutigen Geldstande selbst dieser Preis kaum zu erschwingen ist, ist leider nur zu gewiß. Es wäre aber zu wünschen, daß wenigstens zahlreiche Bibliotheken das Buch etwa im Wege des Tausches gegen eigne Druckkataloge oder Dubletten erwerben würden, damit es möglichst weiten Benutzerkreisen zugänglich gemacht werden könnte. [B 1610]

Aachen. Carl Walther.

Jahrbücher des Deutschen Schiffbaus 1922. Von G. Lehfels. Berlin 1922, Heinrich Schröder. 211 Seiten.

Nach einer langjährigen, durch den Krieg veranlaßten Pause bringt das Jahrbuch 1922 wieder eine ganze Reihe zeitgemäßer Aufsätze von namhaften Vertretern des Schiffbaues. Zwei Arbeiten von Dr. W. Dahlmann bilden die Einleitung. Die erste: „Rückblick bis zum Kriege", kennzeichnet die deutsche Seeschiffahrt vor dem Kriege im Rahmen des Welthandels. Dabei wird auf die großen Leistungen des deutschen Schiffbaus hingewiesen. Der zweite Aufsatz „Die Ha... flotte und ihr Wiederaufbau" betont die Gesichtspunkte, die ... Wiederaufbau leitend sein müssen: nicht allein Wirtschaftlichkeit ... Bau, sondern vor allem Wirtschaftlichkeit im Betriebe, wobei sich ... Reedereiingenieur ein weites Arbeitsgebiet eröffnet.

Die elementare Gewalt von Wirtschaftslagen kennzeichnet ... Beitrag von Dr. Walter Blunck „Der Weltschiffbau". Das unge... Anwachsen der Schiffbautätigkeit beim Friedensschluß, die einzig... stehende Entwertung der Schiffe innerhalb Jahresfrist auf etwa ... Achtel des Preises, das sind Tatsachen, die uns noch zu nahe ... als daß wir sie in ihren weiteren Folgen heute schon über... könnten. Im Anschluß an die Bluncksche Arbeit wird auf den S... bau der einzelnen Länder näher eingegangen. In dem Beitrag ... Dr. H. Becker „Die Arbeiterfrage und der Schiffbau" war au... Umstellung von Kriegsarbeit auf Friedensarbeit und auf die F... „Stundenlohn oder Akkordlohn", bezw. „Leistungslohn oder S... lohn" näher eingegangen und darauf hingewiesen, wie unter ... kämpfen die Heranbildung eines Facharbeiterstammes leidet. Fü... Werften lautet das Gebot der Stunde, durch planmäßigen Au... sozialer Wohlfahrteinrichtungen die bestehenden Gegensätze zu mil...

Vizeadmiral a. D. Hollweg berichtet über das Ergebnis ... Washington-Konferenz mit Rücksicht auf den Kriegschiffbau der ... mächte. Diesem Beitrag folgt eine Zusammenstellung der Schiff... Aktienwerften und Schiffsbeleihungsbanken von G. Lehfels.

„Der Reihenschiffbau" normalisierter Handelsschiffe, wie er ... früher den Schiffbauern vorschwebte, ist während des Krieges ... Amerika und England vorbereitet worden. Er hat versagt d... nicht rechtzeitig genug einsetzte und im allgemeinen keine hoch... schaftlich entwickelten Liniendampfer herausbrachte, die bestimm... gegebenen Voraussetzungen gerecht werden. Die Einführung ... wohlgeordneten Schnellbetriebes ist aber trotzdem erstrebenswert. ... Geheime Marinebaurat a. D. Tjard Schwarz gibt hierfür die R... linien, die bei deutschen Neugründungen eingehalten sind.

Die Bedeutung des Dieselmotors für den Schiffbau und die ... sichten der verschiedenen Umsteuerverfahren behandelt Ober-Ma... baurat W. Laudahn in der kritischen Betrachtung: „Der Motors... bau".

Die Ergebnisse der letzten Jahre auf dem Gebiete des Eisenbe... schiffbaues behandelt Dr. Teubert. Eine Zusammenstellung ausgefüh... Eisenbetonschiffe ist beigegeben.

Das Jahrbuch gibt mit seinen Aufsätzen einen guten Überb... über die Lage und die Aussichten des deutschen Schiffbaues.

Berlin. [1614] Dr.-Ing. W. Schmid

Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft. 24. Band. Berlin 1... Julius Springer. 420 S. mit vielen Abb.

Das Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft, das im nächs... Jahre zum 25. Male erscheint, hat sich im Laufe der Zeit einen s... wachsenden Freundeskreis erworben, der an dieser Stelle gern den ... dankenaustausch noch einmal im Zusammenhange verfolgt, der durch ... Vorträge der Hauptversammlungen angeregt wurde. Sehr zu begrü... ist es, daß jetzt die Niederschriften der Vorträge im Vergleich zu de... früherer Jahrgänge mehr zusammengedrängt werden, wodurch sie ... an Übersicht gewinnen. Durch die zeitgemäße Beschränkung im Umf... entsteht der Schriftleitung allerdings eine nicht unwesentliche M... arbeit, da nachzuprüfen ist, ob durch Kürzungen die Einheitlichkeit ni... gelitten hat, indem etwa in einem Schlußwort auf einen Einspruch ... gegangen wird, der an anderer Stelle nicht veröffentlicht worden ... (S. S. 363 Zeile 36.) Die einzelnen Vorträge des vorliegenden Bandes ... weisen, daß sich der deutsche Schiffbau durch die schlimmen Erfahr... gen der letzten Jahre nicht hat entmutigen lassen und bestrebt ist, ... zeitige Fragen mit deutscher Gründlichkeit zu klären. Im Vordergru... der Erörterungen standen dabei die Theorie der Schiffsschraube (V... träge von G. Bauer und A. Pröll), Wirtschaftlichkeit beim Bau (V... träge von Schwarz, Wrobbel und Regenbogen) und im Betrieb (V... träge von H. M. Weitbrecht und P. Müller), ferner Stabilitätsfragen ... Kempf) und Nachrichtenwesen (Schmid). Wir sind in Z. 1922 S. 1103 sch... auf diese Vorträge näher eingegangen. W. S...

Der Bildwart. Blätter für Volksbildung, herausgegeben von Dr. ... Ammann und W. Günther. Heft 1, Januar/Februar 1923. Mü... chen 1923, Josef Kösel & Friedrich Pustet Komm.-Ges., Lehrmittela... teilung. Preis 500 *M*.

Der Kalk in Kulturgeschichte und Sprache. Von H. Urbach. Ber... 1923, Verlag des Vereins deutscher Kalkwerke E. V. 160 S. Pr... 6500 M.

Beiträge zur Praxis des Formens und Gießens. Heft 5: **Die neuzeitlich... Formmaschinen.** Von W. Häntzschel. Berlin 1922, Otto Elsn... Verlagsgesellschaft m. b. H. 80 S. mit 47 Abb. Preis Gz. 1,5.

Sammlung Göschen, Bd. 47: **Arithmetik nebst Gleichungen 1. u... 2. Grades.** Von Prof. Dr. H. Schubert. 3. Aufl., bearb. von Pr... P. B. Fischer. Berlin und Leipzig 1923, Walter de Gruyter & C... 132 S. mit 5 Abb. Preis Gz. 1,1.

Der Ruderflug der Vögel. Von G. Lilienthal. Berlin-Lichterfel... 1923, Naturschutz-Verlag. 14 S. und 10 Abb.

Herstellung und Verarbeitung von Druckpapieren. Von Ing. W. Grün... wald. Berlin 1923, Verlag der „Papier-Zeitung", Carl Hofman... G. m. b. H. 159 S. mit 80 Abb.

Sammlung Göschen, Band 860: **Römisch-Germanische Forschung.** Vo... Prof. Dr. F. Koepp und Prof. Dr. G. Wolff. Berlin und Leipzig ... Vereinigung wissenschaftlicher Verleger. 120 S. mit 8 Tafeln. Prei... Gz. 1.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 20 SONNABEND, 19. MAI 1923 BD. 67

INHALT:

Die Erweiterung des Hafens von Trelleborg.

Von Dr.-Ing. G. de Thierry, Geh. Baurat, ord. Professor an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg.

Die Stadt Trelleborg hat Ende 1920 einen Wettbewerb zur Erlangung von Vorschlägen für den Ausbau ihres Hafens ausgeschrieben. Der Fährverkehr mit Deutschland spielt im Hafen von Trelleborg die Hauptrolle. Dementsprechend war auf die künftige Ausgestaltung der Eisenbahnanlagen, außerdem aber auf die Ansiedlung der Industrie und auf alle dem Handel dienenden Hafenanlagen Bedacht zu nehmen. Die Linienführung der von Trelleborg ausgehenden Eisenbahnlinien und die spätere Einfügung dieser Eisenbahnlinien in den Hafenplan erweitern die Aufgabe nach der städtebaulichen Seite, weil die künftige Entwicklung der Stadt nicht gehemmt werden sollte. In den ausführlicher besprochenen preisgekrönten Entwürfen werden die verschiedenen Lösungen der vielseitigen Aufgabe behandelt und einer Kritik unterworfen.

1. Einleitung.

Die Lage Trelleborgs an der Südspitze der skandinavischen Halbinsel mit guten Eisenbahnverbindungen nach Malmö, Gothenburg, Kristiania einerseits, nach Stockholm anderseits, und die Nähe der mit der Insel Rügen nach Norden [vo]rspringenden deutschen Küste (die Entfernung Trelleborg-Kap [A]rcona beträgt nur 75 km) sind die Vorbedingungen für die Ent[w]icklung des Hafens von Trelleborg. Welche Bedeutung der Ver[ke]hr zwischen Deutschland und Trelleborg hat, geht am besten [da]raus hervor, daß im Jahre 1912 der Verkehr der Dampffähre Trelleborg-Saßnitz, die dem Personen- und Güterverkehr dient, an Hafengebühren annähernd 113 000 Kronen schwedischer Währung einbrachte, während die übrigen Hafengebühren von Schiffen und Waren etwa 70 000 Kronen ergaben. Das Überwiegen des Eisenbahnverkehrs mit Deutschland vermittels der Fähre gibt dem Hafen sein eigenartiges Gepräge. Auf der Ostseite des Hafens finden wir die Anlegestellen für die Fähren, den Personenbahnhof und unmittelbar daran anschließend einen ausgedehnten Verschiebebahnhof. Die gegenüberliegende westliche Seite des Hafens wird von Kohlenlagerplätzen und einer Werft eingenommen, Abb. 1.

Abb. 1. Heutiger Zustand des Hafens von Trelleborg.
a Hafenbecken *b* Personenbahnhof *d* Güterbahnhof *e* Obere Station *r* Fähre *t* Bahn nach Malmö.

Daß Trelleborg aber nicht allein Durchgangstation für Eisenbahnwagen von Schweden nach Deutschland und umgekehrt ist, zeigt der ansehnliche Getreideverkehr. Diesem Verkehr dient der westliche Teil des von Osten nach Westen verlaufenden Kais, hinter dem, durch die Straße Norra Kajen vom Hafen getrennt, Getreidespeicher und Mühlen liegen. Einer Einfuhr von 31 285 t Getreide im Jahre 1913 stand eine Wiederausfuhr von 13 054 t Getreide und 24 804 t Mehl gegenüber, die Ausfuhr von 10 234 t Zucker weist außerdem auf eine leistungsfähige Zuckerindustrie hin. Die Zuckerfabrik liegt nordwestlich vom Hafen und hat keine unmittelbare Verbindung zum Hafen. Den Bedürfnissen der Eisenbahn, der Mühlen und der Zuckerindustrie entsprechend steht die Einfuhr an Kohlen und Koks an erster Stelle (im Jahre 1913: 64 826 t). Diese Verhältnisse kommen auch in den Verkehrszahlen zum Ausdruck. Im Jahre 1913 wurde der Hafen von 1116 Fährdampfern mit 1 503 938 R.-T. und von 687 Dampfern und Seglern mit 200 344 R.-T. aufgesucht.

Die Eigenart des Hafens von Trelleborg, insbesondere eine für einen Hafen von großer Bedeutung im Weltverkehr unzureichende Fahrtiefe, geht aus dem durchschnittlichen Raumgehalt der den Hafen anlaufenden Dampfer hervor. Aus der Anzahl (208) der Dampfer mit zusammen 111 215 R.-T., die im Auslandverkehr den Hafen im Jahre 1913 anliefen, ergibt sich, daß im Durchschnitt der Raumgehalt der Dampfer nur etwa 535 R.-T. betrug.

Die Molenköpfe der jetzigen Hafendämme liegen auf der Tiefenlinie von 3,0 m unter Mittelwasser, es mußte daher eine Fahrrinne bis zur natürlichen Tiefe von 7,5 m unter Mittelwasser und auch die Wassertiefe im inneren Hafen, die mit Rücksicht darauf, daß der niedrigste Wasserstand (im Jahre 1911 beobachtet) 1,50 m unter Mittelwasser liegt, auf 7,50 m unter Mittelwasser angenommen wurde, künstlich geschaffen werden. Die Tiefenverhältnisse in der zum Hafen führenden Fahrrinne und im Hafen selbst weisen darauf hin, daß Trelleborg nicht berufen ist, die großen Dampfer, die den Verkehr mit den Überseeländern vermitteln, aufzunehmen; dazu liegt auch kein Bedürfnis vor, denn dafür ist der Hafen von Gothenburg durch seine Lage zur Nordsee und seine Verbindungen mit dem Hinterlande viel besser geeignet. Der Schaffung großer Wassertiefen bieten die Bodenverhältnisse erhebliche Schwierigkeiten, denn in einer Tiefe von 1,50 bis 2 m unter dem Meeresgrund liegt Kalkfelsen, durch leichtere Sinkstoffe überlagert.

2. Der Wettbewerb und das Preisgericht.

Der im Dezember 1920 ausgeschriebene „Wettbewerb zur Erlangung von Vorschlägen für den Ausbau des Hafens der Stadt Trelleborg" bezweckte in erster Linie, geeignete Unterlagen für die Erweiterung des gegenwärtigen Hafens und für die Ansiedlung der Industrie zu gewinnen. Außer zwei neuen Fährbetten für Güterfähren sollten Kohlenlagerplätze für die Staatsbahnen, ein Fischereihafen, eine Kohlenstation, Petroleumtanks, Quarantäneställe, ein neues Zollamt und ein Hafenverwaltungsgebäude vorgesehen werden. Die Vorschrift des Preisausschreibens, daß die beiden jetzt vorhandenen Dampffähren-Anlegestellen nicht versetzt werden durften, wies darauf hin, daß an den bestehenden Anlagen auf der Ostseite des Hafens möglichst wenig geändert werden sollte. Diese Forderung ergab sich auch schon aus der Bedingung des Ausschreibens, daß die eingereichten Entwürfe, neben einem vollständigen Ausbau des Hafens, einen zunächst auszuführenden Teilausbau in Vorschlag bringen sollten, dessen Kosten den Betrag von 10 Millionen Kronen nicht überschreiten dürften. Die Erfüllung dieser Bedingung und der Vergleich der Entwürfe hinsichtlich der Kosten wurde dadurch erleichtert, daß in 57 Posten die Einheitspreise für alle in Frage kommenden Baustoffe und Arbeiten mitgeteilt wurden, womit eine einheitliche Grundlage für die Aufstellung der Kostenberechnung geschaffen wurde. Die Vorschrift, daß die Wassertiefen im Hafen und an den Kais den gegenwärtigen und zukünftigen Verkehrsverhältnissen angepaßt werden sollten, und daß eine Wassertiefe von 7,5 m unter Mittelwasser im allgemeinen vorgesehen werden sollte, ergibt sich aus den ungünstigen Bodenverhältnissen, die weiter oben schon erwähnt wurden und in dem Einheitspreis von 15 Kr für 1 cbm gebaggerten und abgelagerten und 60 Kr für 1 cbm gesprengten Kalkstein zum Ausdruck kommen. Man kann im Zweifel sein, ob die Vorschrift, daß die Kosten des ersten Ausbaues 10 Millionen Kr nicht überschreiten sollten, nicht zweckmäßiger durch eine Bestimmung ersetzt worden wäre, auf Grund des Preisverzeichnisses die Kosten für den ersten Ausbau anzugeben, der den genau umschriebenen zunächst zu befriedigenden Bedürfnissen Genüge leisten müsse. Denn bei einem so umfangreichen Entwurf bleibt es eine mißliche Sache, einen Teilausbau auf eine bestimmte Bausumme abzustimmen. Dagegen muß anerkannt werden, daß der von der Eisenbahndirektion aufgestellte, sehr sorgfältig durchgearbeitete Entwurf für die Erweiterung der Eisenbahnanlagen, der den Wettbewerbunterlagen beigegeben wurde, den Teilnehmern am Wettbewerb die Aufgabe wesentlich erleichterte. Dies ist namentlich von den nicht schwedischen Ingenieuren dankbar begrüßt worden. Das Preisgericht setzte sich zusammen aus dem technischen Bürgermeister der Stadt Kopenhagen, dem bekannten Erbauer des Kopenhagener Hafens, Herrn Möller, dem Bürochef der Königl. Wege- und Wasserbaudirektion Herrn Enblom, Stockholm, und dem Bürochef des Bauamtes der Königl. Schwedischen Eisenbahndirektion Törjes. Die Zuziehung eines Eisenbahnfachmannes sollte bei der Beurteilung von Hafenentwürfen die Regel bilden, denn die Leistungsfähigkeit eines Hafens, der den Verkehr zwischen Seeschiff u Eisenbahn vermitteln soll, hängt letzten Endes doch von zweckmäßigen Anordnung des Hafenbahnhofs ab. Im Wettbew der Häfen untereinander wird stets der Hafen von der Schiffal bevorzugt werden, der die rascheste Abfertigung der Schiffe währleistet und ausreichende Rückfrachten in Aussicht stellt. Häfen, denen keine Massengüter (Kohlen, Erze, Getreide usw für die Ausfuhr zur Verfügung stehen, muß die Industrie Ausfuhrgüter erzeugen. Eine wirtschaftliche Ausnutzung al die Gesamtheit des Hafens bildenden Anlagen und die Abfertigu des Seeschiffes in kürzester Zeit wird jedoch nur dann sich gestellt, wenn eine in betriebstechnischer Hinsicht möglichst vo kommene Anlage des Hafenbahnhofs und eine ungestörte Verbi dung desselben mit den Hafengleisen und allen Abzweigung nach den Industrieplätzen die glatte Abwicklung des Verkeh ermöglicht. Mit Recht hatte daher das Preisgericht in den Ric linien, die es für die Beurteilung der Entwürfe aufgestellt hat neben der Zweckmäßigkeit der Planordnung für den erst Ausbau und der Forderung eines guten Schutzes des Hafens ne bequemen Zufahrten zu den Anlegestellen der Fähren und d neu entworfenen Hafenbecken und ausreichender Flächen f Lagerzwecke und für die Industrie besonderes Gewicht auf b queme Eisenbahnverbindungen, zweckmäßige Anordnung d Hafengleise und gute Straßenverbindungen zwischen Stadt u Hafen gelegt. Die in den Richtlinien außerdem enthaltene Fo derung, daß eine Wassertiefe von 7,5 m mindestens für einen T der Kais und von 8,0 m für die Einfahrtrinne schon im erst Ausbau hergestellt werden müsse, war schon unter den geg wärtigen Verhältnissen eine Notwendigkeit; anderseits liegt in d Vertiefung der Zufahrtrinne um nur 0,5 m eine Beschränkun die, in Anbetracht der hohen Kosten der Baggerungen und d für den ersten Ausbau zur Verfügung stehenden Mittel, durcha begreiflich ist.

Für die Lösung waren zwei Möglichkeiten gegeben, die E weiterung des Hafens entweder in westlicher oder in östlich Richtung vorzunehmen. Ohne Verlegung der Hafeneinfahrt na Süden hin war die Schaffung neuer Hafenbecken auf der We seite auch nicht möglich; dagegen setzt die Herstellung neu Hafenbecken auf der Ostseite eine weitergehende Verschiebun der Hafeneinfahrt nach Süden, wegen des jetzt schon gegen de natürlichen Verlauf der ursprünglichen Küstenlinie vorspringe den Verschiebebahnhofs auf der Ostseite des Hafens, voraus. A gesehen von dem hierdurch entstehenden höheren Kostenaufwa ist die Anordnung von Hafenbecken auf der Ostseite, also sü lich des bestehenden Hafenbahnhofs, auch in eisenbahnbetrieb technischer Hinsicht mit Schwierigkeiten verbunden, weil die Zu stellung der Züge vom Hafenbahnhof zu den Kaigleisen nicht oh Sägebewegungen ausführbar ist, wenn man nicht eine recht wei gehende Erweiterung des Hafenbahnhofs nach Osten vorsieh Sägebewegungen im Verschiebebetrieb vermehren nicht allein di Kosten des Eisenbahnbetriebes, sondern beeinträchtigen di Leistungsfähigkeit der gesamten Anlage. Ein zweckmäßiger u wirtschaftlicher Betrieb ist nur dadurch zu erzielen, daß de Hafenbahnhof in der Verlängerung der Hafenbecken angeordn wird; da dies auf der Ostseite nicht ohne Verschiebung der ganze davor liegenden Hafenanlagen nach Süden möglich ist, ergab sic ohne weiteres bei einer Erweiterung auf der Westseite die No wendigkeit, im Anschluß an die hier anzulegenden Hafenbecke einen neuen Hafenbahnhof in Aussicht zu nehmen, der ohne groß Schwierigkeiten sich dem Haupthafenbahnhof auf der Ostseite an gliedern ließ.

Der Vorhafen zu den Hafenbecken ist zwar nicht zu ent behren, weil den Schiffen die Gelegenheit zum Wenden gegebe werden muß, aber man wird sich doch stets bemühen, die Grund fläche des Vorhafens auf das geringste Maß zu beschränken, wei der Vorhafen an sich eine notwendige, aber unwirtschaftliche An lage ist. In dem Falle von Trelleborg, wo die Baggerkosten s schwer ins Gewicht fallen, war in dieser Hinsicht äußerste Be schränkung geboten. Die Fischereifahrzeuge können eine groß Wassertiefe nicht ausnutzen, es ist daher fehlerhaft, wie es i einigen Entwürfen geschehen ist, hierfür Hafen- und Kaifläche in Anspruch zu nehmen, die für tiefgehende Schiffe und von de Industrie viel wirtschaftlicher ausgenutzt werden können. Da die im Preisausschreiben geforderten Petroleumtanks und Qua rantäneställe möglichst weit von den übrigen Hafenteilen angeleg werden müssen, ist selbstverständlich, einige Entwürfe habe jedoch diese Forderung unbeachtet gelassen.

Die Anordnung der Kohlenlagerplätze für die Eisenbah und für Bunkerzwecke in möglichster Nähe des bestehende Hafenbahnhofs und der Fähren ergab sich aus Zweckmäßigkeits gründen. Vielfach wird jedoch bei der Anlage von Kohlenlager plätzen die lästige Staubentwicklung, die beim Löschen und Be handeln der Kohle auf dem Lagerplatz nicht zu umgehen ist, nicht genügend beachtet. Bei den vorherrschenden Westwinden ist daher der Anlage der Kohlenlagerplätze an der Ostmole der Vor zug zu geben. Für die Industrie mußten jedoch Kohlenlager plätze auch an andern Stellen des Hafens geschaffen werden.

Dem Preisgericht, das am 9. Dezember 1921 zum erstenmal zusammentrat, lagen 37 Entwürfe zur Beurteilung vor, hiervon

…den zunächst zwölf für die Preisverteilung …r Erteilung der hierfür ausgesetzten Beloh…ngen ausgesondert. In einem stattlichen …nde, der die photographische Wiedergabe der …würfe enthält, wird das Urteil des Preisge…ts nunmehr der Öffentlichkeit bekanntgege… . Die Vorzüge jedes einzelnen der 36 vom …isgericht beurteilten Entwürfe werden in …ser Beurteilung lobend hervorgehoben. Man …mißt dagegen eine strenge Kritik der in …nchen Fällen als verfehlt zu bezeichnenden …ordnungen. Der Bewertung der Entwürfe, … sie in der Verteilung der Preise und der …ohnungen zum Ausdruck kam, kann man …h jedoch nur voll anschließen. Der erste …is wurde dem Entwurf der Siemens-Bau…on G. m. b. H., Berlin, mit den Professoren …nzius und Blum, Hannover, der zweite dem …twurf der Zivilingenieure Gunar Ekelöf, …ast Hedström und Per Svanström, Stockholm, … dritte Preis dem Entwurf des Ingenieur…ros H. G. Torulf, Stockholm, mit den Zivil…enieuren Molin und Sandström, zugeteilt. …lohnungen wurden drei dänischen und einem …wedischen Entwurf zuerkannt. Darüber …aus hat die Hafendirektion drei weitere Ent…rfe angekauft, als deren Verfasser die Tief…firma Ludwig Lange, Hannover, mit Was…baudirektor Leichtweiß, Lübeck, die Profes…en F. N. Otto Schulze und de Jonge, Dan…, und eine schwedische Firma mit der Firma …ün & Bilfinger, Mannheim, ermittelt wurden.

3. Besprechung einzelner Entwürfe.

Die verschiedenen im Wettbewerbausschrei…n gestellten Forderungen und die Schwierig…iten, die sich aus den örtlichen Verhältnissen …raben, um diesen Forderungen Genüge zu …sten, haben so interessante Lösungen gefun…n, daß es sich wohl verlohnt, wenigstens die …ei preisgekrönten Entwürfe zu besprechen.

In dankenswerter Weise sind in der schon …wähnten Veröffentlichung nicht nur die Ur…le des Preisgerichts, sondern neben photogra…ischen Wiedergaben der preisgekrönten, be…nten und angekauften Entwürfe auch die zugehörigen Erläu…ungsberichte mitgeteilt, so daß es möglich ist, einen Vergleich …r verschiedenen Entwürfe anzustellen.

a) Entwurf Siemens-Bauunion, Franzius, Blum.
Kennwort: Torrgräfning, Abb. 2 und 3.

I. Preis.

Der mit dem ersten Preis ausgezeichnete Entwurf der Sie…ns-Bauunion sieht eine Erweiterung des Hafens nach Westen …r. Beim ersten Ausbau wird der innere Hafen in seinem ge…nwärtigen Bestand möglichst wenig verändert. Die späteren …hnanlagen schließen sich an die bestehende an, sie bilden im …fen einen für sich abgeschlossenen Bezirk. Die vorhandene …efe von 6,5 m des inneren Hafens reicht hierfür aus, so daß von …er Vertiefung abgesehen ist. Dagegen ist für die neuen Hafen…le eine Tiefe von 7,5 m und für die Einfahrtrinne eine solche …n 8,0 m vorgesehen. Die übrige Erweiterung des Hafens ist …ch Westen angenommen und bedingt eine Verlegung der Hafen…fahrt nach Süden, wobei ein trapezförmiger Vorhafen ge…onnen wird. Für die neue Einfahrt, die um 180 m nach Süden …rlegt wird, ist die bisherige Breite von 60 m beibehalten; um …nen besseren Zugang zu den beim vollen Ausbau zu schaffenden …uen Becken zu gewinnen, empfiehlt das Preisgericht eine ge…nge Erweiterung der Einseglungsöffnung. Diese Erweiterung …nnte von vornherein unbedenklich vorgesehen werden, denn im …uen Vorhafen wird der durch die Einfahrtöffnung eindringende …egang so abgeschwächt, daß eine Beunruhigung des inneren …afens nicht zu befürchten ist. Die Verlegung der Ostmole gibt …e Möglichkeit, nördlich der Ostmole Platz für Petroleumtanks, …r die Quarantäneställe und für einen Kohlenlagerplatz für die …isenbahn zu gewinnen, der vom Verschiebebahnhof bequem zu…nglich ist. Die Anordnung der Petroleumtanks neben dem …unkerplatz ist zweckmäßig, weil die steigende Verwendung von …eizöl in der Schiffahrt die Schaffung eines bequem liegenden …latzes zur Einnahme dieses Heizstoffes erforderlich macht. Der …ischereihafen ist, bei geschickter Ausnutzung jetzt außerhalb der …estmole befindlicher Wasserflächen, südlich der bestehenden …erft angeordnet, so daß die Kosten für diese Anlage, die bei …m vollständigen Ausbau unter Inanspruchnahme dieses Ge…ndes für eine Erweiterung der Werft (Ausrüstungsbecken und …rockendock) nach dem südöstlichen Ende des dritten Hafen…eckens verlegt werden soll, auf das geringste Maß beschränkt …leiben. Der erste Ausbau beläßt die jetzt am Westkai befind…chen Kohlenlagerplätze an dieser Stelle. Die Kohlenanlage an …er Ostmole dürfte mit steigendem Bedürfnis der Eisenbahnen an …ohlenlagerplatz und dem für Bunkerzwecke notwendigen Lager…latz kaum Platz genug bieten, um den künftigen Bedürfnissen der Industrie zu genügen, aber der Entwurf für den ersten Ausbau sieht am südöstlichen Ende des ersten Hafenbeckens ausreichende Flächen für Lagerplätze vor, so daß einer Verlegung der Kohlenlagerplätze am jetzigen Westkai nach dem ersten Hafenbecken nichts im Wege stünde. Die hierdurch frei werdenden Flächen würden der Industrie, für die schon im ersten Ausbau ausreichende Flächen zwischen dem Westkai (hinter den jetzigen Kohlenlagerplätzen) und dem ersten Hafenbecken vorgesehen sind, zur Verfügung gestellt werden, können mit unmittelbarem Zugang zum Hafen. Industrieplätze, Werft, Fischereihäfen und Kai des ersten Hafenbeckens erhalten in sehr zweckmäßiger Anordnung Verbindung mit dem westlichen Hafenbahnhof, der sich in einfachster Weise dem Hauptverschiebebahnhof angliedert.

Abb. 2 und 3. Entwurf der Siemens-Bauunion, Franzius, Blum. Kennwort: Torrgräfning.

a Kai für Stückgut
b „ „ Massengut
c Fischereihafen
d Fährbrücken
e Bunkerstelle
f Werft
g Trockendock
h Petroleum
i Industrie
k Kohlenkai der Staatsbahn
l Quarantäne
m Yachthafen.

Die ganz allmählich nach Süden zunehmenden Wassertiefen haben wenigstens den Vorteil, daß die Hafendämme nur an ihrem äußeren Ende, den Molenköpfen und an den verhältnismäßig kurzen daran anschließenden Strecken nennenswerten Angriffen des Seeganges ausgesetzt sind. Nur an diesen Stellen ist eine massive Bauweise geboten, im übrigen verbürgt eine einfache Steinschüttung, wie sie sich bei den bestehenden Hafendämmen bewährt hat, ausreichenden Schutz. Nach dem Entwurf der Siemens-Bauunion soll die Westseite des ersten Hafenbeckens mit der Böschung des aus Steinen geschütteten Dammes belassen werden. Die spätere Erweiterung des Hafens nach Westen nötigt daher keineswegs zur Preisgabe eines kostspieligen Hafendammes, sondern es kann bei jeder späteren Erweiterung die westliche Seite des betreffenden Hafenbeckens lediglich durch eine vor die Böschung gesetzte Kaimauer für Verkehrszwecke nutzbar gemacht werden. Die Verlängerung des äußeren Hafendammes (Ost-West-Damm) nach Westen und die Erbauung neuer Becken kann daher ohne jegliche Störung des Hafenbetriebes vor sich gehen. Nach Fertigstellung jedes neuen Hafenteiles braucht nur die Verbindung zwischen westlichem Beckenufer und Ost-West-Damm weggebaggert zu werden, um ihn dem Verkehr zu übergeben. Bemerkenswert ist in dem Entwurf für den endgültigen Ausbau die Anordnung des Fischereihafens an der Westmole und die Schaffung einer besonderen Einfahrt für Fischereifahrzeuge. Da für die Fahrzeuge der Fischerei eine Wassertiefe von 4 m ausreicht, braucht eine besondere, tiefe Rinne für diese zweite, ausschließlich der Fischerei oder anderen Fahrzeugen von geringem Tiefgang dienende Einfahrt nicht hergestellt zu werden.

Der Entwurf der Siemens-Bauunion zeichnet sich dadurch aus, daß er es vermeidet, große Wasserflächen zu schaffen, deren Herstellung große Kosten ohne Nutzen für den Hafenverkehr verursachen würde. Die einfache, organische Entwicklung des Hafens ist sowohl für den Hafen wie für die Eisenbahnanlagen

Abb. 4 und 5. Entwurf Ekelös, Hedström, Svanström. Kennwort: Urbi et orbi. (Erklärung s. Abb. 2 und 3).

sichergestellt. Ohne nennenswerte Preisgabe bestehender Hafenteile und ohne jegliche Störung des Hafenbetriebes können, dem jeweiligen Bedürfnis entsprechend, neue Hafenteile angegliedert werden. Mit Recht sagt das Preisgericht: „Die Plananordnung ist klar und eignet sich hervorragend für einen sukzessiven Ausbau"; diesem Urteil kann man nur beipflichten.

b) Entwurf Ekelös, Hedström, Svanström.
Kennwort: Urbi et orbi. Abb. 4 und 5.

II. Preis.

Diesem Entwurf haftet der Mangel an, daß er zu sehr auf den endgültigen Ausbau zugeschnitten ist und die zunächst, durch den erstmaligen Ausbau, zu befriedigenden Bedürfnisse nicht genügend berücksichtigt. Durch die um 400 m gegenüber der jetzigen Lage weiter nach Süden verlegte Einfahrt wird ein großer Vorhafen geschaffen, dessen Herstellung hohe Kosten verursachen wird, ohne für den Lösch- und Ladebetrieb einen diesem Kostenaufwand entsprechenden Nutzen abzuwerfen. Die Verfasser des Entwurfes haben offenbar auch die Empfindung gehabt, daß von dem großen Vorhafen aus der Seegang in den inneren Hafen dringen und den Hafenbetrieb hier stören wird. Um diesem Übelstand abzuhelfen, haben sie sich darauf beschränkt, nur das äußere Ende der jetzigen Westmole zu beseitigen, und haben, zum Schutze des inneren Hafens, ein Stück der alten Westmole im Anschluß an Pier II beibehalten. Man muß jedoch im Zweifel sein, ob der hierbei beabsichtigte Zweck voll erreicht werden wird, und namentlich, ob der Kai am Pier I und der Kontinent-Kai (nördlich der Fähranlage) wegen der überaus ungünstigen Gestalt des durch diese Kais begrenzten Hafenbeckens bei südwestlichen Winden wird benutzt werden können. Schwerwiegender als das vom Preisgericht erhobene Bedenken, daß Pier I eine verhältnismäßig teure Anlage darstellt, da sich seine bedeutenden Anlagekosten sowie die Kosten für die Auffüllung nicht auf eine große Kailänge verteilen, scheinen mir die in betriebstechnischer Hinsicht geltend zu machenden Bedenken. Auf den bei Südwestwinden in diesem Hafenteil zu erwartenden Seegang ist schon hingewiesen, dazu kommt, daß die Betriebskosten für Abholung und Zustellung der Eisenbahnwagen bei der geringen Länge des Kais unverhältnismäßig hoch werden.

Die Werft ist von ihrer gegenwärtigen Lage am Westkai des bestehenden inneren Hafens schon beim ersten Ausbau in die Nordwestecke des Beckens I, der Fischereihafen nach der Nordseite des von Becken I nach Norden abzweigenden Hafenbeckens verlegt. Wenn auch zuzugeben ist, daß die Werft an ihrer gegenwärtigen Stelle sehr wertvolle Flächen in Anspruch nimmt, die für die Verkehrszwecke sehr brauchbar wären, erscheint es doch zweifelhaft, ob es sich wirtschaftlich rechtfertigen lassen würde, eine bestehende Anlage aufzuheben, um Anlagen für Stückgutverkehr (auf der Ostseite) und für Massengüter (auf der Westseite des Piers II) zu schaffen. Jedenfalls dürfte die westliche Kaianlage kaum wirtschaftlich sein, da die für die Bedienung dieses Kais erforderlichen Gleislängen (von ihrer Abzweigung vom Hauptzufuhrgleis nach dem zwischen altem Hafenbecken und Becken I gelegenen Pier gerechnet) nicht im richtigen Verhältnis zu der kurzen nutzbaren Kailänge stehen. Der Fischereihafen ist mit einer Tiefe von 4,5 m angegeben. Auch hier dürfte es, vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet, kaum zu rechtfertigen sein, ein Hafenbecken mit 7,5 m Tiefe anzulegen und es mit Anlagen zu versehen, für die 3,0 und 4,5 m ausreichen.

Das Preisgericht hat mit Recht darauf hingewiesen, daß der kurze Wellenbrecher, der beim ersten Ausbau die Einfahrt gegen westliche und südwestliche Winde schützen soll, verlängert und möglichst mit dem westlichen Pier IV verbunden werden müßte. Es ist auch nicht einzusehen, welche Bedeutung die zwischen Pier IV, sowie beim endgültigen Ausbau zwischen dem hierbei anzulegenden, noch weiter nach Westen liegenden Pier V und dem isolierten Wellenbrecher geschaffene zweite Einfahrt haben sollte, wenn man nicht eine Rinne von entsprechender Tiefe hierfür schafft. Die dafür aufzuwendenden Kosten dürften aber schwerlich im richtigen Verhältnis zu dem praktischen Nutzen stehen, zumal beim endgültigen Ausbau diese Einfahrtrinne aufgegeben und eine neue weiter westlich gelegene hergestellt werden müßte. Dieser kurze Wellenbrecher ist lediglich als Anfang des im vollen Ausbau unentbehrlichen Wellenbrechers anzusehen.

Die weitere Verschiebung der Hafeneinfahrt nach Süden, wie in diesem Entwurf vorgesehen, ermöglicht eine Hafenerweiterung nach Osten. Die Anordnung der Kohlenlagerplätze auf der Ostseite des Hafens, an den auf der Ostseite abzweigenden Becken III und IV, hat zweifellos sehr viel für sich, aber die Frage erscheint doch berechtigt, ob für die auf der Westseite anzusiedelnde Industrie nicht auch Kohlenlagerplätze, die nicht so weit abliegen, geschaffen werden müßten.

Die Mängel dieses Entwurfs liegen darin, daß bei dem ersten Ausbau unverhältnismäßig hohe Kosten für die Schaffung von Wasserflächen entstehen, denen kein entsprechender Nutzen an Verkehrsanlagen gegenübersteht, und daß auch beim endgültigen Ausbau die aufzuwendenden Kosten — wenigstens bei dem Ausbau nach Westen — kaum im richtigen Verhältnis zu dem Nutzeffekt an gewonnener Kailänge stehen dürften.

c) Entwurf Torulf, Molin, Sandström.
Kennwort: Sveriges Sydport. Abb. 6 und 7.

III. Preis.

Die Verfaser des Entwurfs mit dem Motto „Sveriges Sydport" reichten zwei Lösungen ein, die erkennen lassen, wie schwierig es war, den Kostenanschlag für den ersten Ausbau mit dem dafür festgesetzten Betrag von 10 Millionen Kronen abzuschließen. Da der erste Ausbau nach dem Entwurf B schon einen Kostenaufwand von 15 Millionen Kronen erfordert, mußte dieser Entwurf nach den Bestimmungen des Wettbewerbs ausgeschieden werden, und es wurde nur die Lösung A beurteilt. Die Verfasser haben offenbar das Bestreben, für die Entwicklung der Stadt nach Westen den freien Zugang zur See nach Möglichkeit zu wahren. Sowohl der jetzt schon auf der Ostseite des Hafens liegende Bahnhof, dessen weitere Ausdehnung nach Osten nicht zu umgehen ist, als auch die Eisenbahnen nach Malmö, Sund und Rydsgard, die, um in den Hauptbahnhof eingeführt zu werden, eine Einschnürung der Stadt bedeuten, hemmen die freie Entwicklung der städtischen Bebauung nach Osten hin. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, die durch den Wettbewerb gestellte Aufgabe über den Rahmen des reinen hafenbautechnischen Gebietes hinaus als eine städtebauliche Frage zu behandeln. Daß die Stadt Trelleborg, neben der vielleicht zunächst brennendsten Frage der Hafenerweiterung, auch der künftigen städtischen Entwicklung Rechnung tragen muß und wahrscheinlich den Wettbewerb ausgeschrieben hat, um Grundlagen zu gewinnen, wie die Bebauungspläne der Stadt sich einem bestimmten Hafenentwurf am besten anpassen sollten, ist namentlich den Verfassern des Entwurfs Torrgräfning (Siemens-Bauunion-Franzius-Blum) und des Entwurfs Osthandel (Lange-Leichtweiß) klar geworden. Dem mit dem ersten Preise gekrönten Entwurf ist ein besonderer Plan beigegeben, der die Umlegung der Nebenbahn Malmö-Trelleborg und einen Bebauungsplan enthält. Das Preisgericht mußte sich nach dem durch das Preisausschreiben gegebenen Programm richten. Es ist auf die Entwürfe, die auch die Ausbildung des Hauptbahnhofs sowie die Einführung der übrigen Eisenbahnlinien in oder durch die Stadt eingehend behandelten, nur in dem Maße eingegangen, wie der eigentliche Hafenentwurf davon berührt wurde.

Diese städtebaulichen Fragen mußten aber er kurz berührt werden, um den Torulfschen ntwurf richtig zu verstehen. Nach dem Enturf der Siemens-Bauunion legt sich der Hafen ier vor die Westseite des Hafens, auf der Ostite schneidet der Verschiebebahnhof die östchen Stadtteile von der See ab. In dem Beuungsplan, den Prof. Blum mit der Siemensauunion ausgearbeitet hat, wird in sehr gebickter Weise der Bebauung nach Norden das 'ort geredet, während dem westlichen Stadtgeet durch Parkanlagen und Schmuckplätze Ertz für die bestehende Strandstraße mit freiem usblick auf die See geboten wird. Bei dem orulfschen Entwurf, als dessen Leitmotiv der eie Zugang zum Meer für die westlichen Stadtile deutlich hervortritt, muß aber die Strandraße und der freie Ausblick vom alten Friedof auf die See der Hafenerweiterung auch geofert werden.

Die Zusammendrängung aller Hafenanlagen estlich des bestehenden Hafens auf das gengste Maß, um der Inanspruchnahme des westchen Seeufers über das unbedingt notwendige aß aus dem Wege zu gehen, führt dazu, daß af dieser Seite des Hafens Kais von brauchırer Länge nicht zu schaffen sind. Das Preisericht bemängelt in seinem Urteil, daß im westchen Hafen ein unnötig großes Gebiet für 'erftanlagen vorgesehen ist. Ich glaube, daß ese Zweckbestimmung aus der Verlegenheit ıtstanden ist, kurze und daher unverhältnisäßig teure Kais — teuer namentlich in beiebstechnischer Hinsicht — auszunutzen.

Der Torulfsche Entwurf zeigt aber auch, ie kostspielig und schwierig es sein würde, e künftige Entwicklung des Hafens nach sten vorzunehmen. In ihrem Erläuterungsbecht weisen die Verfasser darauf hin, daß, enn man durch die bestehenden Molenköpfe ne Linie ungefähr parallel zum Strand zieht, ie Mittelwasserlinie, das Ufer also, auf der Vestseite 600 m, auf der Ostseite dagegen ur 400 m hinter dieser Linie liegt. Will man also den afen nach Osten erweitern, so muß man notwendigereise, wenn man nicht von vornherein eine außerordentch kostspielige Verlegung nur nach Süden vornehmen ill, die Einfahrt sowohl nach Süden wie auch nach Vesten verschieben. Die Verfasser verlegen für den ersten Ausau die Einfahrt um 260 m nach Süden, gleichzeitig ist aber uch eine Verschiebung nach Westen um etwa 100 m vorgesehen. urch diese Verlegung wird zweifelsohne ein größerer Schutz es alten Hafens gegen Seegang erzielt. Um aber kabbelige See n Vorhafen zu verhüten, wäre es wohl angebracht, an der ördlichen, wie auch an der östlichen Begrenzung des Vorafens wellenbrechende Böschungen anzuordnen. Das Preisericht bemängelt in seinem Urteil, daß die im Ausschreiben ausrücklich geforderte Wassertiefe von durchschnittlich 7,5 m nicht egeben wird. Offenbar sind die Kosten für die Verlegung der infahrt und des Fahrwassers so erheblich gewesen, daß, um nen Ausgleich zu schaffen, damit die Kosten von 10 Millionen ir den ersten Ausbau nicht überschritten werden, an Tiefe im brigen Hafen gespart wurde.

Der volle Ausbau, bei dem neue Kais für den Güterverkehr owie Becken für die Ansiedlung der Industrie nach Osten voresehen sind, nötigt zu einer weiteren Verlegung der Hafeneinıhrt nach Süden. Das Preisgericht hat in seinem Urteil mit echt bemängelt, daß der volle Ausbau die Anlage von neuen Vellenbrechern in großer Ausdehnung mit sich bringt. Es wäre em nur noch hinzuzufügen, daß die sich als Folgeerscheinung es Planes ergebende Anordnung von zwei Vorhäfen hintereinnder unwirtschaftlich ist, und daß der Eisenbahnbetrieb nach em östlichsten Kai ohne Sägebewegungen der Rangierzüge nicht urchführbar ist.

d) Belohnte und angekaufte Entwürfe.

Der zur Verfügung stehende Raum gestattet es mir nicht, uf die übrigen Entwürfe einzugehen. Sie stellen mehr oder 'eniger gelungene Lösungen der beiden Möglichkeiten, Entwickıng nach Westen oder nach Osten, mit größerer oder geringerer 'erschiebung der Einfahrt nach Süden dar.

In den beiden mit Belohnungen bedachten Entwürfen des ngenieurs Sörensen, Kopenhagen, und der Ingenieurfirma Thuesson & Co., Stockholm, ist der Weststrand in noch geringerem Íaße durch Hafenanlagen in Anspruch genommen als beim Entvurf Torulf. Es ist dies dadurch erzielt worden, daß einem westıch des bestehenden Hafens anzulegenden Becken eine ungefähr nordsüdliche Richtung gegeben wurde. Aber auch bei diesen beiden Entwürfen ließ es sich nicht umgehen, daß die Gleise des westlichen Hafenbahnhofs sich bis vor den alten Friedhof erstrecken. Am radikalsten gehen in dieser Beziehung die Verfasser des mit einer Belohnung prämiierten Entwurfs Sönderport des Ingenieurs Tybjerg in Aalborg, Dänemark, und die Verfasser des von der Hafendirektion angekauften Entwurfs mit dem Kennwort Suum cuique, Ingenieure Hörnell, Demler, Stockholm, mit der Firma Grün & Bilfinger, Mannheim, vor, indem sie sich nach Westen hin mit einer Verbreiterung und Verlängerung des bestehenden westlichen Kais begnügen. Dagegen wird in den Entwürfen der Ingenieure Hansen und Schönveller, Hellerup in Dänemark (Kennwort Pierhavn, Belohnung), und in den angekauften Entwürfen der Firma Ludwig Lange, Hannover, mit Wasserbaudirektor Leichtweiß, Lübeck (Kennwort Osthandel), und der Professoren F. W. Otto Schulze und de Jonge, Danzig (Kennwort Vivat, crescat, floreat Trelleborg), die Erweiterung in westlicher Richtung in Vorschlag gebracht.

Abb. 6 und 7. Entwurf Torulf, Molin, Sandström. Kennwort: Sveriges Sydport.

a Kai für Stückgut
b Kai für Massengut
c Fischereihafen
d Fährbrücken
e Bunkerstelle
f Werft
h Petroleum
i Industrie
k Kohlenkai der Staatsbahn
l Quarantäne
m Yachthafen

4. Schlußbemerkungen.

Die rege Beteiligung am Wettbewerb beweist, wie reizvoll die gestellte Aufgabe war, und die preisgekrönten, belohnten und angekauften Entwürfe zeigen wertvolle Vorschläge für die Lösung des Problems; sie liefern jedenfalls der Stadt Trelleborg die notwendigen Unterlagen für die in städtebaulicher Hinsicht zu treffenden Entscheidungen. Auf die künftige Gestaltung des Hafens wird die Entwicklung von Handel und Industrie in Trelleborg ausschlaggebenden Einfluß ausüben, die Ansiedlung von Großindustrien am Hafen wird andere Anforderungen an die Ausbildung des Hafens stellen, als die Entwicklung zu einem Handelshafen, so daß es gewagt wäre, schon jetzt, bevor diese Entwicklungsmöglichkeiten sich klar übersehen lassen, nach einem unabänderlichen Gesamtplan die künftige Gestaltung des Hafens festzulegen. Man wird jedoch die in nächster Zeit notwendige Erweiterung so vornehmen, daß die Richtlinien, die hierfür aufgestellt werden, den verschiedenen Entwicklungsmöglichkeiten Rechnung tragen und sich nach dem Grundsatz richten, daß ein Hafen ein wirtschaftliches Unternehmen ist, dessen Erfolg nur dann sichergestellt wird, wenn seine Gestaltung so erfolgt, daß die Wechselbeziehungen zwischen Hafen, Stadt und Eisenbahnanlagen den größten Nutzeffekt liefern. Jede einseitige Bevorzugung des einen Faktors auf Kosten der übrigen muß dem Ganzen zum Nachteil gereichen. [1583]

Über Talsperrenschieber.

Von Regierungsbaumeister a. D. Dr.-Ing. E. v. Willmann, Bad Tölz.

Die beim Öffnen und Schließen von Talsperrenschiebern auftretenden Kräfte werden besprochen, die Möglichkeiten erörtert, die nachteiligen Wirkungen dieser Kräfte zu vermindern, und an einem Beispiel eine gut durchgebildete Bauart eines Flachschiebers vorgeführt.

Für die Grundablässe großer Talsperren sind Absperrschieber erforderlich, deren Bau dadurch erschwert wird, daß sie unter hohem Druck stehen und bei Talsperren mit starkem Zufluß sehr bedeutende Abmessungen erhalten müssen. Da die Grundablässe, in die diese Schieber einzubauen sind, in der Regel Röhrenform haben, so lag es am nächsten, sie den Schiebern von Druckwasserleitungen nachzubilden und als große Gehäuseschieber zu bauen, die dadurch abgedichtet werden, daß die Schieberplatte keilförmige Gestalt erhält und durch die Keilwirkung und den Wasserdruck auf die Dichtungsfläche gepreßt wird.

Bei mehr als 800 mm Dmr. und mehr als 20 m Stauhöhe zeigten sich aber bei diesen Gehäuseschiebern im Betrieb erhebliche Mängel. Es stellte sich heraus, daß die zu ihrer Bewegung erforderlichen Kräfte viel größer waren, als man rechnungsmäßig erwartet hatte, und zwar traten die größten Widerstände nicht am Anfang der Bewegung auf, sondern im Verlauf des Öffnens; etwa von 35 vH Öffnung an, also offenbar unter dem Einfluß des durchströmenden Wassers. So mußten z. B. bei den 1100 mm weiten Schiebern der Talsperre bei Marklissa bei 40 cm Öffnung 4 Mann mit vollen Kräften an den Winden arbeiten, während am Anfang der Bewegung zwei Mann genügten[1]).

Außer diesem hohen Kraftbedarf zeigten sich aber als noch bedeutend schwerer wiegender Mißstand starke Schwingungen der ganzen Schiebereinrichtung; diese Schwingungen sind bei Beginn des Öffnens und gegen Ende der Bewegung nur gering. Von einem Drittel bis drei Viertel Öffnung aber können sie so stark werden, daß zunächst die Dichtungen Schaden leiden, weiterhin aber auch die feste Einmauerung der Anlage bedroht wird. Vereinzelt sind sogar Brüche der Schieberplatten vorgekommen. Die Regelung der Wasserabgabe erfordert häufig längere Zeit hindurch gerade die gefährlichen Mittelstellungen. Die bedenklichen Schwingungserscheinungen können sich dann sehr nachdrücklich geltend machen.

Infolgedessen hat man versucht, durch andre Schieberbauarten die erwähnten Mißstände zu beseitigen. Ludin[2]) bringt als Beispiel hierfür den von Bachmann im angeführten Aufsatz angegebenen Segmentschieber und die an der Crotonsperre und am Aziscohosdamm in Amerika angewandten entlasteten Zylinderschieber, Thürnau[3]) schlägt Kulissenschieber mit verschiedenen Durchflußquerschnitten vor, die nach Art der Blenden bei photographischen Objektiven eingeschoben werden und allmähliche Querschnittverengung sowie zweckmäßige Form des Durchflußquerschnittes auch beim Ablassen geringer Wassermengen herbeiführen sollen.

Bei all diesen Bauarten macht aber die Dichtung Schwierigkeiten. Beim Segmentschieber gestaltet sich überdies der Durchflußquerschnitt ungünstig, der Zylinderschieber ist teuer, und dem Thürnauschen Vorschlag dürften sich bei der praktischen Ausführung kaum überwindbare Hindernisse entgegenstellen.

Verbesserte Gestaltung der Flachschieber.

Es erscheint deshalb angezeigt, zu prüfen, ob sich nicht die einfachste Bauweise, der Flachschieber, so ausbilden läßt, daß die geschilderten Mißstände verhütet werden. Von diesen Mißständen ist der schwerstwiegende in dem Auftreten der gefährlichen Schwingungen zu erblicken. Diese Schwingungen entstehen dadurch, daß unter dem Einfluß von Wirbelbildungen beim Wasserdurchfluß hinter der Zunge des nur teilweise geöffneten Schiebers bald Druck, bald ein Saugen auftritt. Dem dadurch hervorgerufenen Schwingungsbestreben kann bei der üblichen Bauweise die Schieberplatte widerstandlos Folge leisten, weil sie einfach in Nuten mittels angegossener Pratzen geführt wird und bei dieser Nutenführung ein gewisser Spielraum naturgemäß unvermeidlich ist. Das erste Mittel, den Schwingungen entgegenzutreten, wäre also eine spielraumlose Führung.

Spielraumlosigkeit läßt sich der Reibung wegen nur bei einer Rollenführung erreichen. Solche Rollen müßten zwischen beiderseitigen, die Schieberplatte umfassenden Schienen von U-förmigem Querschnitt geführt werden, und auf jeder Seite müßten zwei Reihen von Rollen vorhanden sein, von denen die eine auf der vorderen, die andre auf der rückseitigen Laufbahn der Führungsschiene läuft, so daß je eine Rollenreihe den Schieber gegen Schlottern nach vorn, und je eine gegen Ausweichen nach rückwärts sichert. Um bei der Herstellung und namentlich bei fortschreitender Abnutzung vollkommene Spielraumlosigkeit sicherzustellen, muß die eine Rollenreihe nachstellbar sein.

Auch bei spielraumloser Führung beanspruchen die Durchflußkräfte, die bei schlotternder Führung die Schwingungen hervorrufen, zweifellos die Schiebereinrichtung in ungünstigem Sinne, wenn sie sich auch nicht mehr auswirken können. Auch b[ei] spielraumloser Führung sollte man deshalb darauf bedacht sei[n,] die Wirbelbildungen, welche das abwechselnde Saugen un[d] Drücken und damit das Schwingbestreben zur Folge haben, mö[g]lichst zu vermindern. Diese Wirbelbildungen rühren zum Te[il] daher, daß bei der üblichen runden Schieberform der in de[n] Mittelstellungen freigegebene Querschnitt sichelförmige, also fü[r] einen glatten Durchfluß möglichst ungeeignete Gestalt hat. Di[e] Wirbelbildung muß bedeutend geringer sein, sobald man die Schi[e]berplatte unten geradlinig begrenzt, was ja auch aus Gründen de[r] Festigkeit vorzuziehen ist. Der freie Querschnitt wird dann i[n] halben Stellungen nicht mehr sichelförmig, sondern er bekomm[t] die für den Durchfluß viel günstigere Gestalt eines Kreisabschni[t]tes. Die untere Querschnittfläche der Schieberplatte, die be[i] großen Ausführungen eine ziemlich beträchtliche Dicke erhäl[t,] ist dabei nach Abb. 1 schräg auszubilden. Eine solche Abschrä[]gung begünstigt nicht nur den glatten Durchfluß, sie ist auch, wi[e]

Abb. 1. Abschrägung der unteren Schieberkante.

Abb. 2. Druckverteilung auf die Schieberplatten, belastungmehrende Wirkung der Querrippen.

noch gezeigt werden wird, zur Verminderung der Bewegungswiderstände zweckmäßig.

Als zweiten Nachteil der großen Flachschieber hatten wir die bedeutenden, im Verlauf des Öffnens bis zu einem gewissen Höchstbetrag ansteigenden Bewegungswiderstände kennen gelernt. Die Bewegungswiderstände sind bedingt durch:

1) das Gewicht von Schieber und Gestänge,
2) die Reibung des Schiebers in der Führung und
3) Zusatzkräfte infolge der Wasserströmungen.

Um eine Vorstellung von dem Anteil jeder dieser drei Gruppen an dem gesamten Kraftbedarf zu geben, sei erwähnt, daß (nach Bachmann) bei den schon genannten 1100 mm weiten Schiebern der Sperre von Marklissa das Eigengewicht einschließlich Gestänges rd. 1,4 t, die Reibwiderstände etwa 5 t und die Strömungszusatzkräfte etwa 6 t betrugen. Das Eigengewicht kann durch Gegengewichte mehr oder weniger aufgehoben werden. Es scheidet aus unserer Betrachtung aus.

Die Reibungswiderstände werden durch den Wasserdruck bestimmt, der den Schieber gegen seine Bahn preßt, und durch die Art der Schieberführung. Die Wirkung des Wasserdruckes läßt sich bei Flachschiebern durch keinerlei Verbesserung der Gestaltung vermindern. Um so mehr muß man bestrebt sein, durch Anwendung der schon zur Schwingungsverhütung notwendigen Rollenführung möglichst günstige Reibungsverhältnisse zu erzielen. Übertriebene Erwartungen darf man dabei freilich nicht hegen: Wegen der großen Belastung müssen die Rollenzapfen sehr stark werden, während die Rollen nur einen kleinen Laufkranzdurchmesser erhalten können. So wird die Zapfenreibung verhältnismäßig groß. Aber immerhin lassen sich bei der Rollenführung die Bewegungswiderstände wenigstens auf ein Drittel der Widerstände des gewöhnlichen Schiebers verringern.

Beispielsweise berechnet sich bei 30 m Stauhöhe für einen Schieber von 2 m Dmr., dessen für die Bewegungswiderstände maßgebende Fläche rd. 3,5 m² beträgt, für gleitende Reibung unter Annahme einer Reibungszahl von 0,15 der Bewegungswiderstand zu

$$3{,}5 \times 30 \times 0{,}15 = 15{,}75 \text{ t},$$

während er unter gleichen Verhältnissen bei Rollenführung mit

[1]) Bachmann, Verschlußvorrichtungen der Entnahme- und Entlastungsanlagen an Talsperren, Zentralbl. der Bauverw. 1909 S. 671.
[2]) A. Ludin, Die Wasserkräfte, Berlin 1913 S. 1046.
[3]) Zentralbl. der Bauverw. 1915 S. 591.

ollen von 24 cm und Zapfen von 10 cm Dmr., die Zahl der apfenreibung zu 0,10 und die der Rollenreibung zu 0,005 an-nommen, nur

$$\frac{3{,}5 \times 30 \times 0{,}10 \times 5}{12} + \frac{3{,}5 \times 30 \times 0{,}005}{12} = 4{,}42 \text{ t}$$

eträgt.

Die Zusatzkräfte infolge der Wasserströmungen beruhen im esentlichen auf einer Erhöhung des auf die Schieberfläche wirk-amen statischen Wasserdruckes, sowie aus einem abwärts ge-chteten Druck auf die obere Querschnittsfläche und auf etwaige uerlaufende Versteifungsrippen der Schieberplatten, Abb. 2.

Der statische Druck auf die Schieberfläche steigt während es Öffnens, weil unter der Saugwirkung des Wasserstromes nter der Schieberplatte ein Unterdruck entsteht. Diesen Unter-ruck kann man auf etwa 30 vH des statischen Druckes schätzen, daß der statische Druck mit etwa 130 vH in die Rechnung nzuführen ist. In dem gewählten Beispiel würde die dadurch edingte Steigerung der Bewegungswiderstände

$15{,}75 \times 0{,}30 = 4{,}72$ t für Gleitführung und
$4{,}42 \times 0{,}30 = 1{,}33$ t für Rollenführung

etragen.

Der Druck auf die wagerechten Flächen der Schieberplatte t bei geschlossenem Schieber infolge der allseitigen Wirkung es hydrostatischen Druckes aufgehoben. Sobald der Schieber ber geöffnet wird, tritt ein dem Druck entsprechendes Strömen on oben nach unten ein, während zugleich unter dem Schieber ur noch ein Druck in der Stromrichtung wirkt, Abb. 2; der Auf-ieb bleibt völlig ausgeschaltet, der hydrostatische Druck wird anz in Geschwindigkeit umgesetzt.

In dem gewählten Beispiel muß aus Festigkeitsgründen der chieber etwa 25 cm dick werden, so daß der Überdruck P eine

Abb. 3 und 4. Kräftewirkung bei abgeschrägten Schieberkanten.

läche von $0{,}25 \times 2{,}00 = 0{,}5$ m² trifft und P rd. 15 t beträgt; in Betrag, den er noch übersteigen kann, wenn der Schieber ach der Wasserdruckseite offen und mit Versteifungsrippen aus-estattet ist. Um das Auftreten dieser außerordentlich ungünsti-en Kräfte zu verhüten, muß man die Wasserdruckseite des chiebers glatt schließen, und sowohl die obere als auch die ntere Querfläche des Schiebers abschrägen, vergl. Abb. 1. Dann wird von der abwärts wirkenden Kraft nur noch ein Teil-etrag wirksam, während von der bei wagerechter unterer Be-renzung einflußlos durchziehenden Strömung ein Teil für den Auftrieb nutzbar gemacht wird.

Die abwärts wirksam bleibende Teilkraft P der Strömung eträgt dann nur noch $P_1 = P \sin^2 \alpha$, Abb. 3, und berechnet sich ür das obige Beispiel und $\alpha = 45°$ zu 7,35 t. Dem wirkt aber in-olge der Durchflußströmung ein Auftrieb von $P_1' = P \sin \alpha \cos \alpha$ ntgegen, Abb. 4, der für unser Beispiel bei $\alpha = 45°$ gleichfalls ,35 t beträgt, so daß der Einfluß des Strömungsüberdruckes da-nit aufgehoben wäre, wenn nicht eine infolge der schrägen lächenneigung entstehende wagerechte Druck-Seitenkraft noch ibrig bliebe. Diese als Vermehrung der Schieberflächenbelastung virksame Druckkraft berechnet sich zu $s = P \sin \alpha \cos \alpha$ für len oberen und $s' = P \cos^2 \alpha$ für den unteren Teil, und beträgt ür unser Beispiel $7{,}35 + 7{,}35 = 14{,}7$ t. Die statische Druck-elastung der Schieberfläche wird dadurch um 14 vH erhöht, die Bewegungswiderstände steigen im gleichen Verhältnis und sind vieder mit $0{,}14 \cdot 15{,}75 = 2{,}2$ t bei gleitender und $0{,}14 \cdot 4{,}42 = 0{,}62$ t ei Rollenführung in Rechnung zu setzen.

Vergleicht man nun die bei einem unzweckmäßig gebauten nd einem gut durchgebildeten Flachschieber der gewählten Ab-nessung auftretenden Bewegungswiderstände, so ergibt sich ein-nal der Betrag von $15{,}75 + 4{,}72 + 15 = 35{,}47$ t, während im ndern Falle nur $4{,}42 + 1{,}33 + 0{,}62 = 6{,}37$ t zu überwinden sind. Das Eigengewicht ist dabei in beiden Fällen als ausgeglichen ußeracht gelassen.

Im Anfang unserer Betrachtung wurde ausgeführt, daß die Schieber in der Regel dadurch abgedichtet werden, daß die Schieberplatte durch Keilwirkung und Wasserdruck mit der Metalleinlage ihres Randes gegen eine gleiche Einlage des Ge-häuses gepreßt wird. Diese Dichtungsart hat den Vorzug der Einfachheit, aber den Nachteil, daß sie am Beginn der Bewegung sehr große Kräfte erfordert; denn hierbei ist gleitende Reibung in vollem Umfang zu überwinden. Das ist für einen ungünstig gebauten Schieber ohne Bedeutung, weil bei einem solchen wäh-rend der weiteren Bewegung Widerstände hinzukommen, die den zum Einleiten der Bewegung erforderlichen Mehraufwand be-deutend übersteigen. Bei Rollenführung und guter Formgebung dagegen wäre der Anfangswiderstand unverhältnismäßig groß; in unserm Beispiel 15,75 t gegen 6,37 t während der weiteren Bewegung. Diesem Mißstand könnte man dadurch abhelfen, daß

Abb. 5 bis 8. Talsperrenschieber, Bauart Geiger, der Buderusschen Eisenwerke.

erst nach beendeter Schließbewegung durch eine Querverschiebung der Schieberplatte die Dichtungsflächen zur Berührung gebracht werden, und daß man umgekehrt vor dem Öffnen die Schieber-platte zuerst von der Dichtungsfläche abhebt.

Als Beispiel für einen nach den dargelegten Grundsätzen gebauten Flachschieber sei an der Hand von Abb. 5 bis 10 ein Schieber besprochen, den die Buderusschen Eisenwerke, Abt. Geigersche Fabrik in Karlsruhe, für die Grundablässe einer

Abb. 9. Nachstellbare spielraumlose Rollenführung des Geigerschen Talsperrenschiebers.

Talsperre in Guatemala geliefert haben. Abb. 9 zeigt die spielraumlose Rollenführung dieses Schiebers, die in der be-sprochenen Weise durch zwei Rollenscharen bewirkt wird, von denen die Reihe a, auf der Laufbahn c laufend, gegen Spielraum nach rückwärts, die Reihe b, die auf der Bahn d läuft, gegen Spielraum nach vorn sichert. Dabei sind die Rollen der Reihe a etwas kleineren Durchmessers als die der Reihe b, damit sie die Laufbahn d dieser Reihe nicht berühren und die Rollen jeder Schar sich trotz der entgegen-

gesetzten Drehung ohne gegenseitige Störung auf ihrer Bahn abrollen können. Nachstellbarkeit ist in einfacher und vollkommener Weise dadurch erreicht, daß je eine Rolle der beiden Reihen auf einem Zapfen *e* vereinigt sind. Die vorderen Enden der Zapfen *e* sind zur Aufnahme der Rollen der Schar *a* exzentrisch angedreht. Durch Drehung des ganzen Zapfens lassen sich somit die Rollen *a* ihrer Laufbahn *c* nähern oder von ihr entfernen. Um sie vollkommen spielraumlos ein- oder nachzustellen, braucht man also nur die Zapfen zu drehen, was durch ihre Befestigung nach Lösen einer Schraube ohne Schwierigkeiten möglich ist.

Abb. 5 bis 8 und 10 lassen die Ausbildung der Schieberplatte erkennen: sie ist unten geradlinig begrenzt, im Querschnitt oben und unten unter 45° abgeschrägt, und die durch die Verstärkungsrippen bedingten Feldervertiefungen sind durch Holzfütterungen ausgeglichen.

Zum Abheben und Absenken der Schieberplatte vor dem Öffnen und nach dem Schließen dient folgende Vorrichtung: Das

Abb. 10. Geigerscher Talsperrenschieber.

untere Stück der mauerseitigen Rollenlaufbahn *d* am Schieberrahmen wird durch in schwalbenschwanzförmiger Nut geführte verschiebbare Schienen gebildet, Abb. 5 bis 9, sowie 11 und 12, die sich in bestimmten Grenzen auf- und abbewegen lassen. Die Unterseite der Laufschienen liegt der ganzen Länge nach auf dem mit Bronze gefütterten Schieberrahmen auf; ihre obere Seite ist an den Stellen, wo bei geschlossenem Schieberdeckel die Führungsrollen sitzen, mit kleinen Vertiefungen *d'* versehen, die nach unten in Kreisbogen und nach oben in flache Keilbahnen auslaufen. Durch eine Verschiebung der Laufschienen nach unten werden diese unter den Rollen sitzenden Vertiefungen gegen letztere verschoben, wobei der Schieberdeckel durch das Auflaufen der Rollen auf die ebene Fläche der Laufschienen von der Dichtungsfläche abgehoben wird.

Wird nun der Schieberdeckel beim Aufziehen nach oben bewegt, so würden bei **gleichen** Abständen der Laufrollen voneinander diese immer wieder in die nächstfolgenden Vertiefungen der Laufschienen einsinken, und dadurch würde der Schieberdeckel wieder auf die Dichtungsfläche des Rahmens sich aufsetzen, was gleitende Reibungen der Dichtungsflächen aufeinander zur Folge hätte. Um dies zu verhindern, sind bei der Geigerschen Konstruktion die Rollenpaare und die zugehörigen Vertiefungen in den inneren Rollenlaufschienen in **verschiedenen** Abständen voneinander und übereinander angeordnet, vergl. Abb. 11 und 12, so daß bei der Auf- und Abwärtsbewegung des Schieberdeckels immer nur ein oder höchstens zwei Rollenpaare mit den zu den darüberliegenden Paaren gehörigen Vertiefungen zusammenfallen können.

Damit das unterste Rollenpaar beim Aufziehen des Deckels in dem Augenblick, wo es über die Vertiefung für das zweite Rollenpaar hinwegläuft, nicht frei über diesen Vertiefungen schwebt, sind das zweite Rollenpaar und seine Vertiefungen schmaler als die untersten Rollen ausgeführt, so daß die breiteren, untersten Rollen auf den zu beiden Seiten der schmaleren Vertiefung vorhandenen Brücken der Laufschienen auflaufen. Die beweglichen Laufschienen lassen sich auf verschiedene Weise verschieben; nach Abb. 5 bis 8 z. B. durch Daumenwellen, die durch Zahnsegmente und Schneckengetriebe von der Wehrkrone aus betätigt werden.

Für Druckhöhen von weniger als 25 m werden die Schieber auch in der etwas einfacheren und billigeren Ausführung ohne verschiebbare Laufschienen hergestellt, wobei der zum Losziehen des Schieberdeckels erforderliche Kraftaufwand durch das gleichzeitige Auflaufen der Rollen auf die kurzen Schrägbahnen der Vertiefung und das gleichzeitige sofortige Abheben des Schieberdeckels vom Rahmen nur ganz kurze Zeit etwas höher als der normale Kraftaufwand beim Bewegen des auf den Rollen laufenden Deckels ist.

Abb. 11 und 12. Rollenlaufbahnen.

Der besprochene Schieber, Patent Geiger, beweist, daß sich die einfachste Schieberform, der Flachschieber, so durchbilden läßt, daß alle an Talsperrenschieber bei hohem Druck zu stellenden Anforderungen erfüllt werden. Bautechnisch bietet die Verwendung von Flachschiebern noch den Vorteil eines einfachen Einbaues, der die Staumauer nicht durch Aussparungen für Stollen oder Schächte schwächt. [1552]

Die Getriebe und die Zeit.

Von Prof. *Rudolf Doerfel*, Pilsen.

Es wird an zwei geläufigen Beispielen, dem Kurbelviereck und dem Kurbeltriebe der Dampfmaschine, eine auch bei den verwickeltesten Getrieben und bei den unregelmäßigsten Antrieben anwendbare neue Auffassung der Getriebe gezeigt, welche die Bezuggröße Zeit, die Geschwindigkeit und die Beschleunigung außer Acht läßt und statt dessen die Übersetzung betrachtet. Der Differentialquotient der Übersetzung nach der Bezuggröße Antriebweg wird als Übersetzungsverhältnis oder Übersetzungsarm der Fliehkräfte der Antriebbewegung erkannt und gedeutet. Die neue Methode hat den Vorteil, die zeichnerische Ermittlung durch Differentiation des Linienvektorenbildes zu liefern.

Getriebe bezwecken die Verwandlung einer Bewegung in eine andre. Zum Unterschied sei die erste Bewegung Antriebbewegung, die zweite Getriebebewegung genannt. Die Bahn der Antriebbewegung sei der Antriebweg, die Geschwindigkeit die Antriebgeschwindigkeit. Ist die Antriebgeschwindigkeit veränderlich, so tritt eine Antriebbeschleunigung auf, die man in einen Tangentialanteil und einen Radialanteil zerlegen kann. Die Getriebebewegung vollzieht sich ähnlich auf dem Getriebeweg mit der Getriebegeschwindigkeit und auch mit Getriebebeschleunigungen, die in Radial- und Tangentialanteile zerlegbar sind.

Geschwindigkeiten und Beschleunigungen beziehen sich auf die Zeit; daher sind auch die Antriebbewegung und die Getriebebewegung durch die Zeit als gemeinsame Bezuggröße verbunden und über dieser Bezuggröße dargestellt. Beide Wege werden gleichzeitig durchlaufen, weil sie durch das Getriebe verkettet sind.

Geschwindigkeiten und Beschleunigungen kann man auch durch zeichnerische Differentiation (Tangenten) ermitteln; dabei laufen jedoch leicht große Ungenauigkeiten unter, die über das zulässige Maß weit hinausgehen. Daher verfallen die Konstrukteure immer wieder auf zeichnerisch-geometrische Verfahren zur Bestimmung der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen aus dem Getriebebild. Die Wirkungen der Geschwindigkeiten und Beschleunigungen muß man kennen, wenn man die Zweckmäßigkeit eines Getriebeentwurfes beurteilen will. Am notwendigsten sind diese Untersuchungen in schwierigen Fällen. Mit solchen Fällen hat man jedesmal zu tun, wenn ungleichförmige Antriebgeschwindigkeiten auftreten. Zerlegung in Relativbewegungen oder der Ersatz der Getriebebahnen durch eine Zwangskraft, die die vorgeschriebene Bewegung erzeugt, während man sich das Getriebe beseitigt denkt, sind die Verfahren, die man heute dafür verwendet. Viele Lehrer empfehlen auch, sich das betreffende Getriebe als gleichförmig angetrieben vorzustellen. Aber abgesehen davon, daß sich z. B. pendelnde Antriebe nur mit unmöglichen Voraussetzungen gleichförmig antreiben lassen, werden dabei die Eigenschaften des Getriebes durch die Eigenschaften der Antriebbewegung verschleiert, da die willkürlich angenommene Antriebbewegung mit den geometrischen Eigenschaften des Getriebes nichts zu tun hat. Auch das Getriebe als geometrisches

[G]ebilde hat mit der Bezuggröße Zeit nichts zu tun, denn es [b]leibt immer dasselbe, gleichviel ob es stillsteht oder ob es auf [v]erschiedenartige Weise läuft. Daher wird hier die Forderung [au]fgestellt, an Stelle der Zeit eine andre Bezuggröße in die [G]etriebelehre einzuführen, die mit dem Getriebe in geometrischem [Zu]sammenhang steht und zu Größen führt, die Geschwindigkeit [un]d Beschleunigung ersetzen können. Eine solche Größe ist die [Ü]bersetzung. Sie ergibt sich einzig und allein aus dem [ge]ometrischen Bild des Getriebes meist nur durch eine Hilfs[l]ie. Sie liefert durch Multiplikation mit der Antriebgeschwin[di]gkeit schon die Getriebegeschwindigkeit und ist als Begriff [j]edem geläufig.

Man hat bisher die Übersetzung als das Verhältnis der [G]etriebegeschwindigkeit zur Antriebgeschwindigkeit erklärt. [W]enn man aber die Zeit aus dem Spiel läßt, so erklärt sich die [Üb]ersetzung auch als das Verhältnis der gekoppelten Weg[ele]mente, deren Verhältnis sich aus dem geometrischen Zusam[me]nhang ergibt. Wegelemente sind kleine Wege, in deren Ver[lau]f die Übersetzung unverändert bleibt. Die Konstruktion der [Üb]ersetzung ist nahezu jedem geläufig.

[Die] Übersetzung ist eine unbenannte Verhältniszahl, jedoch [im]mer von gleichartigen Bewegungen, z. B. von Drehungen oder [ge]radlinigen Bewegungen. Dieser Begriff muß aber für beliebige [Zu]sammensetzung und Verwandlung von Bewegungen erweitert [we]rden. Wenn sich eine Drehbewegung auf eine geradlinige über[trä]gt, so spricht man statt von Übersetzung von Über[se]tzungsarm, denn zur Umwandlung einer Drehung in eine [Sc]hiebung gehört ein Hebelarm.

Aus der Erklärung der Übersetzung, als das Verhältnis der [ge]koppelten Bahnelemente, ergibt sich, daß die Bezuggröße der [Üb]ersetzung der Antriebweg ist, und daß sie selbst vom Ge[tr]iebeweg abgeleitet wird. Die zeichnerische Darstellung ist ein [W]eg-Weg-Bild, dessen Schaulinie die Koppelung der beiden Be[we]gungen andeutet. Winkelbewegungen und Drehungen müssen [in] Bogenmaß gezeichnet werden. Die Tangentenlinie an diese [W]egwegschaulinie ist die Schaulinie der Übersetzungen. Da die [Ü]bersetzung rein geometrisch ermittelt werden kann und durch [D]ifferentiation aus der Getriebebewegung abgeleitet wird, kann [m]an diese Differentiation gleich im geometrischen Bild des Ge[tr]iebes zeichnerisch durchführen, was die einfachste Konstruktion [de]r Übersetzung oder des Übersetzungsarmes liefert.

Abb. 1 zeigt ein gekoppeltes Kurbelpaar r_1 und r_2 mit der [ge]lenkigen Koppel r_3 und dem unveränderlichen Abstand der [D]rehpunkte r_4. Die Anfangslage ist mit vollen Strichen ge[ze]ichnet, die nahe benachbarte gestrichelt. Diese neue Lage [w]ird durch Schwenken der Kurbel r_1 um einen kleinen [W]inkel $\Delta\,\alpha_1$ erzielt. Da der Bogen sehr klein ist, kann man [ih]n als geradlinig und zum Halbmesser senkrecht annehmen. [S]eine Länge ist $r_1\,\Delta\,\alpha_1$. Um dieses Stück wird die Koppel r_3 [p]arallel zu sich selbst verschoben, und ihr Endpunkt erreicht [da]mit eine Stelle, die nicht auf dem Kurbelkreis von r_2 liegt, [so]ndern davon um $r_1\,\Delta\,\alpha_1$ entfernt ist. Damit er den Kurbel[k]reis wieder erreicht und das Viereck geschlossen bleibt, muß [m]an die Koppel um $\Delta\,\alpha_3$ drehen. Der Endpunkt beschreibt so[m]it einen Winkelzug von bekannter Länge und Richtung, dessen [R]esultierende der gesuchte Bogen am Kurbelkreis r_2 ist und [de]ssen Verhältnis zum Bogen $r_1\,\Delta\,\alpha_1$ die Übersetzung darstellt.

Von den Seiten des kleinen Dreiecks ist $r_1\,\Delta\,\alpha_1$ senkrecht [zu] r_1, $r_2\,\Delta\,\alpha_2$ senkrecht zu r_2 und $r_3\,\Delta\,\alpha_3$ senkrecht zu r_3. Ver[g]rößert man das Dreieck im Maßstab $\Delta\,\alpha_1$, so entstehen die [S]eitenlängen r_1, übereinstimmend mit der Kurbel r_1, $r_2\,(\Delta\,\alpha_2 : \Delta\,\alpha_1)$ [u]nd $r_3\,(\Delta\,\alpha_3 : \Delta\,\alpha_1)$. Dieses Dreieck hat den Gelenkgliedern [p]arallel gerichtete Seiten, und da die Seite r_1 bekannt ist, während [m]an von den beiden andern Seiten die Richtungen kennt, so ist [d]as ganze Dreieck bestimmt. Es dient zur Konstruktion der [V]erhältniszahlen $\Delta\,\alpha_2 : \Delta\,\alpha_1$ und $\Delta\,\alpha_3 : \Delta\,\alpha_1$; von diesen ist [$\Delta\,$]$\alpha_2 : \Delta\,\alpha_1$ das Verhältnis der gekoppelten Winkelwege, also die [Ü]bersetzung, während $1 - (\Delta\,\alpha_3 : \Delta\,\alpha_1)$ die Übersetzung wäre, wenn [r_1] stillstünde und r_4 die Antriebkurbel wäre. Das Dreieck [ü]ber r_1, dessen zweite Seite parallel zu r_2 und dessen dritte die [V]erlängerung von r_3 ist, liefert also die Übersetzungen im Maß[st]ab von r_2 oder r_3.

Abb. 1.

Mathematisch ergibt sich aus dieser geometrischen Differentiation, daß der Differentialquotient eines Vektors nach seinem veränderlichen Teil, der als Bezuggröße (Argument) dient, eine Übersetzung oder Übersetzungsarm zu nennende Größe ist.

Verlängert man die Kurbeln r_1 und r_2 und die beiden andern Seiten, bis sie einander schneiden, so ist P der bekannte augenblickliche Drehpunkt der Koppel und C als Zentralpunkt (so genannt wie bei Verzahnungen) der Schnittpunkt der Kraftrichtung mit der Mittelachse des Getriebes. Er teilt die Mittelachse im Verhältnis der Übersetzung und ist Pol, wenn r_1 und r_4 ihre Rollen vertauschen. Ebenso teilt P die Richtung r_1 im Verhältnis der Koppelübersetzung. Die beiden Punkte bilden also das Übersetzungsverhältnis in Linienkoordinaten ab. Fällt C außerhalb des Abstandes A_1A_2, so ändert dies nichts, denn das Übersetzungsverhältnis ist $CA_1 : CA_2$ und die Koppelübersetzung $A_1K_1 : PK_1$, wenn K_1 das Koppelgelenk ist. Diese Regel gilt auch für die schwierigsten Fälle.

Als nächstes Beispiel diene der Kurbeltrieb der Kolbenmaschine, Abb. 2. Es bezeichnet r_1 die Kurbel, r_3 die Schubstange und r_2 die Entfernung des Kreuzkopfmittels vom Kurbeldrehpunkt. Auf diese Weise entsteht auch ein geschlossener Linienzug, und zwar ein Dreieck, dessen eine Seite, entsprechend dem Kolbenhub, veränderlich ist. Diese Auffassung des Kurbelgetriebes ist derjenigen vorzuziehen, bei welcher die Geradführung als Kurbel mit unendlich langem Halbmesser angesehen wird, da sie natürlich ist; denn die Änderung der Entfernung ist wirklich die Kolbengeschwindigkeit.

Denkt man sich ebenso wie früher die Kurbel um den sehr kleinen Winkel $\Delta\,\alpha_1$ verdreht und die Schubstange zuerst parallel zu sich selbst verschoben und hernach ihr anderes Ende um den Winkel $r_1\,\Delta\,\alpha_1$ in die Geradführung zurückgedreht, so beschreibt das Kreuzkopfende einen Winkelzug, der sich aus der Drehung des Kurbelzapfens $r_1\,\Delta\,\alpha_1$ und der Drehung der Schubstange $r_3\,\Delta\,\alpha_3$ zusammensetzt. Die Schlußlinie dieses Winkelzuges ist die gesuchte Änderung $\Delta\,r_2$ von r_2. Das Verhältnis $\Delta\,r_2 : \Delta\,\alpha_1$ ist eine Länge, der gesuchte Übersetzungsarm. Um ihn zu finden, müssen wir die Seite $\Delta\,r_2$ des kleinen Dreiecks durch $\Delta\,\alpha_1$ dividieren und erhalten wieder ein großes Dreieck AK_1K_2', dessen Seiten senkrecht zu denen des kleinen Dreiecks sind.

Abb. 2.

Durch die Differentiation ergibt sich also die bekannte Konstruktion der Kolbengeschwindigkeit, eigentlich nur des Verhältnisses der augenblicklichen zur höchsten Kolbengeschwindigkeit. Wir sehen aber, daß die Konstruktion auch für ungleichförmige Kurbelbewegung und für jede Art des Antriebs den Übersetzungsarm des Kurbeltriebes liefert. Das Verhältnis der Strecke K_1K_2' zur Länge der Schubstange ist wieder eine Koppelübersetzung.

Man kann die Übersetzung auch so finden, daß man die Getriebewege über den Antriebwegen aufträgt und sie nach dem Tangentenverfahren differenziert. Die Kurve der Übersetzungen ist im allgemeinen beliebig gekrümmt. Differenziert man die Kurve der Übersetzungen, bezogen auf den Antriebweg, nochmals, so erhält man eine neue Größe, die sich dazu eignet, viele bisher schwer lösbare Probleme einfach zu bearbeiten, nämlich die Änderung der Übersetzung mit dem Antriebweg. Ist w_1 die beliebig ungleichförmige Winkelgeschwindigkeit der Antriebbewegung, w_2 die entsprechende Winkelgeschwindigkeit der Getriebebewegung und $ü$ die Übersetzung, so ist

$$w_2 = w_1\,ü \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1).$$

Für die Winkelbeschleunigungen ergibt sich:

$$w_2' = w_1'\,ü + w_1^2\,ü' \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2).$$

$ü'$ ist die Ableitung der Übersetzung nach dem Antriebweg. Das Glied $w_1^2\,ü'$ stellt die Fliehkraftbeschleunigung der Antriebbewegung dar. Da sich die Fliehkraftbeschleunigung der Antriebbewegung mit dem Verhältnis $ü'$ übersetzt, könnte man diese Größe auch Fliehkraftübersetzung nennen. Selbst bei ganz verwickelten Bewegungen mit beliebig vielen Getriebegliedern und beliebig gekrümmten Bahnen ergibt sich aber immer nur eine Übersetzung und eine Fliehkraftübersetzung. Es erübrigt sich daher, Relativbewegungen einzuführen, und da auch die Fliehkraftübersetzung als geometrische Größe ohne die Zeit ge-

funden werden kann, so braucht auch von den Ersatzkräften oder Corioliskräften nicht mehr die Rede zu sein. Vielmehr lassen sich die geometrischen Zusammenhänge stets nach Gl. (2) verwerten. Die Antriebbewegung braucht nicht gleichförmig zu sein, und man braucht sie gar nicht mehr zu berücksichtigen, um das Getriebe beurteilen zu können.

Beim Kurbeltrieb handelt es sich um einen Übersetzungsarm, so daß Gl. (1) und (2) geändert werden müssen. Es sei c die Kolbengeschwindigkeit und b die Kolbenbeschleunigung. Die Antriebbewegung sei ungleichförmig, Abb. 3, etwa wie bei einem Walzvorgang. Im Schaubild sind Winkelgeschwindigkeit w und Winkelbeschleunigung w' eingezeichnet:

$$c = \ddot{u}\, w \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$b = w' r_2' + w^2 r_2'' \quad \ldots\ldots\ldots (4);$$

r_2' ist der Übersetzungsarm und r_2'' dessen Ableitung, die man unschwer wieder als Hebelarm erkennt; weil sie mit der Fliehkraftbeschleunigung zusammenwirkt, kann man sie Fliehkraftarm nennen.

Abb. 3.

Abb. 5.

Gl. 4) zeigt, daß die geometrische Differentiation (vektoriell) die bekannte Konstruktion der Kolbenbeschleunigung, richtiger die Verhältniszahl der jeweiligen Kolbenbeschleunigung zur Beschleunigung bei gleichförmiger Drehung der Kurbel liefert. Allein da es schwierig ist, den alten Begriff scharf zu kennzeichnen, ist die weit kürzere und schärfere Benennung Fliehkraftarm des Kurbeltriebes, die uneingeschränkt gilt, vorzuziehen, sonst müßte man gleichzeitig von der wirklichen ungleichförmigen Antriebbewegung und von der Maßzahl für die Beschleunigung der gedachten gleichförmigen Bewegung sprechen. Auch daß beide Übersetzungsarme in wahrer Größe auftreten, ohne daß man den Maßstab umrechnen muß, ist ein Vorteil.

In Abb. 4 ist das Dreieck aus Abb. 2 für die Anfangslage und für die nahe benachbarte Lage eingezeichnet. Der Schnittpunkt der Schubstangenrichtung wandert um $\Delta r_2'$ aufwärts. Bei paralleler Verschiebung und nachfolgender Drehung der Stange beschreibt der dem ursprünglichen Schnittpunkt entsprechende Punkt der Schubstangenrichtung einen Weg, der zum Kurbelbogen parallel ist. Denken wir uns jedoch die Schubstange nicht gedreht, sondern wieder parallel verschoben, so daß sie zwar mit dem Ende in die richtige Kreuzkopflage kommt, aber den Kurbelzapfen verläßt, und schwenken dann die Stange um den Kreuzkopfzapfen in die neue richtige Kurbellage, so müssen wir a… den alten Schnittpunkt auf der Stangenrichtung zurückschiel… damit er wieder in die Mittellinie fällt. Die Verschiebungen las… sich leicht deuten, denn sie sind zum Teil dieselben wie in Abb… Die Drehung ist ein Bogen mit dem Halbmesser $r_3\,(1 + \ddot{u}_k)$ … $\Delta\,\alpha_3$, wobei $\ddot{u}_k$ das Verhältnis der Dreieckseite zur Schubstang… länge ist. Es verkleinert also das rechtwinklige Dreieck … Kurbelmittellinie, Geradführung und Schubstangenrichtung … Maßstab der Koppelübersetzung, und die Senkrechte im gewon… nen Punkt der Schubstange schneidet neben dem Kurbeldr… punkt den gesuchten Fliehkraftarm heraus.

Das ist aber die bekannte Konstruktion der Kolbenbeschleu… gung und liefert den Fliehkraftarm des Kurb… triebes auf die einfachste Weise. Diese Erfahrung bestät… sich auch bei den schwierigsten Fällen. Abb. 5 zeigt den … kannten Verlauf des Übersetzungsarmes (Kolbengeschwindigke…) und des Fliehkraftarmes (Kolbenbeschleunigung), und in Abb… sind die Werte von Abb. 3 mit denen von Abb. 5 multiplizie… was die Anteile der Winkelbeschleunigung und der Fliehkra… beschleunigung und, addiert, die Kolbenbeschleunigung für d… ungleichförmige Bewegung liefert.

Abb. 4.

Abb. 6.

Hiermit ist bewiesen, daß das Verfahren für beliebige Fäl… und auch für unstetige Bewegungen angewendet werden kan… Auch der Einfluß von Lagerspiel und Dehnungen sowie Krü… mungen und Formänderungen bei Wälzflächen muß sich so e… gründen lassen. Prof. Dr. A. Schiebel, Prag, hat bei Zah… rädern durch Integration aus der Fehlübersetzung die Spi… fehler berechnet[1]), und nun bietet sich die Möglichkeit, aus de… Vergleich der ohne und mit Belastung mittels einer Zahnräde… Prüfmaschine aufgenommenen Schaubilder den Einfluß der For… änderung der Walzflächen zu beurteilen und die Kräfte bei… Zahnwechsel zu berechnen. Den Einfluß von Unstetigkeiten d… Krümmung bei Daumen und Wälzhebeln von Steuerungen ha… ich bereits mit Erfolg untersucht. Darüber werde ich demnäch… in der Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik b… richten. Die Behandlung der pendelnden Antriebbewegung b… reitet keine Schwierigkeit, denn die Übersetzung ist immer glei… und nur vom Getriebe geometrisch abhängig. [1700]

[1]) C. Volk-Schiebel, Zahnräder.

Der Leistungsfaktor im Fabrikbetrieb.

Von Oberingenieur L. Schüler, Berlin.

In den meisten Fabriken sind die Motoren in der Regel schwach belastet. Sie arbeiten deshalb mit niedrigem Leistungsfaktor. Abhilfe ist meist nicht möglich. Der niedrige Leistungsfaktor führt zu größeren Verlusten und höheren Strompreisen. Zur Verbesserung des Leistungsfaktors wird die Verwendung eines neuen Synchronmotors empfohlen und das erreichbare Ergebnis an mehreren Beispielen vorgerechnet.

Unterbelastung der Antriebmotoren.

Sehr viele, wenn nicht die meisten Fabriken werden mit Drehstrommotoren betrieben. Die gebräuchlichste Antriebart ist der Gruppenantrieb. Die erforderliche Leistung wird in der Regel auf folgende Weise ermittelt: An der Transmission ängen z. B. zehn Drehbänke, deren Antriebleistung laut Preisste oder Angabe des Fabrikanten je 2 PS beträgt; das macht usammen 20 PS. Hierzu schlägt der Betriebsingenieur noch 5 bis) PS für Transmissionverlust und als Reserve: er bestellt demach einem 25- bis 30 PS-Motor. Diese Rechnung ist eigentlich falsch; enn z. B. ein Elektrizitätswerk gebaut wird, an das 100 000 lühlampen angeschlossen sind, so werden die Maschinen und eitungen keineswegs so stark bemessen, daß alle 100 000 Glühmpen gleichzeitig brennen können. Ebensowenig werden die 'ermittlungsschränke eines Telephonamts so ausgeführt, daß alle 'eilnehmer gleichzeitig sprechen können. Man benutzt vielmehr eim Entwurf derartiger Anlagen eine Erfahrungszahl, den Gleichcitigkeitsfaktor, der je nach den Verhältnissen etwa 0,1 bis 0,5 etragen kann. Dadurch, daß man bei Wahl des Gruppenantriebiotors diesen Faktor im allgemeinen unzutreffend = 1 animmt, ergibt sich die Tatsache, daß in fast allen Fabriken die Iotoren dauernd mit einem Bruchteil ihrer normalen Leistungsihigkeit arbeiten.

Ähnlich ist es beim Einzelantrieb. Der Arbeitsverbrauch iner Karusselbank wird z. B. vom Fabrikanten mit 10 PS anegeben; der Betriebsleiter wählt vorsichtshalber einen Motor on 12 bis 15 PS. Nun bezog sich aber die Angabe von 10 PS chon auf die Höchstleistung der Bank, größtzulässigen Durchiesser des Arbeitstückes, Arbeiten mit allen vorhandenen Stählen ei stärkstem Span und größtem Vorschub. In der Regel arbeitet atürlich die Bank unter viel leichteren Bedingungen; der Motor 'ird also vielleicht während 99 vH seiner Betriebzeit mit ¾ bis ½ seiner vollen Leistung belastet. Dazu kommt noch, daß man ehr häufig, während kürzerer Arbeitspausen den Motor leer eiterlaufen läßt.

Diese Beispiele beziehen sich auf die Metallbearbeitungsndustrie. In andern Betrieben liegen die Verhältnisse ganz ähnch. Am schlimmsten ist es in der Landwirtschaft, wo gewöhnch nur e i n Motor vorhanden ist, der für die größte vorkomiende Leistung (zum Dreschen) ausreichen muß, aber auch für lle andern Zwecke verwendet wird.

Die Unterbelastung der Drehstrommotoren ergibt folgende Nachteile:

Erstens einen etwas geringeren W i r k u n g s g r a d. Dieser Nachteil ist aber nicht sehr beträchtlich, da der Wirkungsrad eines halbbelasteten Motors nur etwa 1 bis 2 vH niedriger st als der eines vollbelasteten von halber Leistung.

Die zweite, viel schwerer wiegende Folge der Unterbelastung st die V e r r i n g e r u n g d e s L e i s t u n g s f a k t o r s [1]) (cos φ). — Jeder Drehstrommotor braucht nämlich außer seinem igentlichen Arbeitstrom, Wirkstrom genannt, weil er die wirkame Arbeit verrichtet, noch Erregerstrom, der nur seinen Magnetismus erregt, aber weder Arbeit leistet noch Arbeit verraucht und deshalb B l i n d s t r o m genannt wird. Die Stärke es Blindstromes ist sehr beträchtlich; sie beträgt bei Vollast twa 50 bis 75 vH des Wirkstromes, bei Teillast aber viel mehr nd kann bei Leerlauf bis über das Zehnfache des Wirkstromes teigen. Nun setzen sich die beiden Stromarten, weil sie um 0° in der Phase gegeneinander verschoben sind, nicht geradinig zusammen, sondern rechtwinklig. Wenn also ein Motor . B. bei Vollast 100 A Wirkstrom und 60 A Blindstrom verraucht, so beträgt sein Gesamtstrom (wie ihn das Amperemeter nzeigt) nicht 160 A, sondern $\sqrt{100^2+60^2} = 117$ A. Dieses Verältnis von Wirkstrom zu Gesamtstrom nennt man Leistungsfaktor der cos φ. In unserm Beispiel ergibt sich der Leistungsfaktor demach bei Vollast zu $\frac{100}{117} = 0{,}86$. Bei Halblast beträgt der Wirktrom desselben Motors vielleicht 53 A, der Blindstrom etwa 50 A, lemnach der Gesamtstrom $\sqrt{53^2+50^2} = 73$ A und der Leistungsaktor $\frac{53}{73} = 0{,}72$. Bei ¼ Last ist der Wirkstrom auf 31 A geunken, der Blindstrom auf 40 A und der Leistungsfaktor auf ,56. Aus diesen Zahlen sieht man, wie schnell der Leistungsaktor mit der Belastung des Motors abnimmt. In Wirklichkeit iegt nun der mittlere Leistungsfaktor der meisten Fabriken in ler Größenordnung zwischen 0,55 und 0,65, was darauf schließen äßt, daß die mittlere Belastung der Motoren etwa ¼ bis ⅓ ihrer ollen Leistungsfähigkeit beträgt.

[1]) Vergl. Z. 1922 S. 94

Nachteile des niedrigen Leistungsfaktors.

Man muß unterscheiden zwischen den unmittelbaren Nachteilen für das Fabrikunternehmen selbst und den Nachteilen für das Elektrizitätswerk, von dem der Strom bezogen wird; letztere müssen sich natürlich in einer oder der andern Form durch die Tarifgestaltung auswirken und schließlich doch dem Strombezieher zur Last fallen. Wenn eine eigene Stromerzeugungsanlage vorhanden ist, so ist dies unmittelbar der Fall.

Der Blindstrom erfordert, wie schon gesagt, zu seiner Erzeugung zwar keine Antriebkraft, aber er belastet die Leitungen, die Transformatoren und die Stromerzeuger. Ein Elektrizitätswerk, das bei cos $\varphi = 1$ 1000 kW nutzbar abgeben kann, kann bei cos $\varphi = 0{,}6$ nur noch 600 kW erzeugen, oder es muß seine Stromerzeuger, Transformatoren und Leitungsquerschnitte um 67 vH vergrößern. Da aber der Verlust in den Maschinen, Transformatoren und Leitungen etwa proportional ihrer Leistungsfähigkeit ist, so ist dieser Verlust bei cos $\varphi = 0{,}6$ um 67 vH größer als bei cos $\varphi = 1$, d. h. also ein mit niedrigem Leistungsfaktor arbeitendes Elektrizitätswerk braucht ein beträchtlich höheres Anlagekapital und arbeitet gleichzeitig mit wesentlich größerem Energieverlust als ein gleiches Werk, dessen Anschlußanlagen einen hohen Leistungsfaktor aufweisen. Dies muß notwendigerweise im Tarif zum Ausdruck kommen. Bisher haben allerdings die meisten Werke unbegreiflicherweise von einer besonderen Berechnung des Blindstromes abgesehen. Aber die katastrophalen Folgen des niedrigen Leistungsfaktors machen sich mehr und mehr bemerkbar, so daß ein Werk nach dem andern jetzt dazu übergeht, den Leistungsfaktor in einer oder der andern Weise tariflich zu erfassen. Die meisten sind hierzu schon durch die infolge des Krieges eingetretene Geldentwertung gezwungen, die einen Ausbau der Anlagen verbietet. Diese Werke können ihre Leistungsfähigkeit und Rentabilität nur dadurch erhalten, daß sie durch energische Maßnahmen auf die Verbesserung des Leistungsfaktors ihrer Anschlußanlagen einwirken.

Aber auch unmittelbar entstehen den strombeziehenden Fabriken Nachteile durch den ungünstigen Leistungsfaktor. Besonders ist dies der Fall, wenn die Fabrik nicht an das Niederspannungsnetz angeschlossen ist, sondern eine eigene Transformatorenstation besitzt. Für diese trifft natürlich das Gleiche zu, wie für die Transformatoren des Elektrizitätswerks; d. h. sie werden bei niedrigem Leistungsfaktor schlecht ausgenutzt und arbeiten mit schlechterem Wirkungsgrad. — Aber auch der Verlust in den Verteilleitungen innerhalb der Werkstätten ist zu beachten. Wenn z. B., wie üblich, der Spannungsverlust in den Leitungen im Mittel etwa 4 vH beträgt, so entspricht dies beim Leistungsfaktor = 0,6 einem Arbeitsverlust von $\frac{4}{0{,}6} = 6{,}7$ vH; wenn es gelänge, den Leistungsfaktor auf 1 zu heben, so würde der Strom im Verhältnis von $\frac{0{,}6}{1}$ abnehmen. Da aber der Leitungsverlust proportional dem Quadrat der Stromstärke ist, so verringert er sich im Verhältnis $\left(\frac{0{,}6}{1}\right)^2 = 0{,}36$, also um 64 vH.

Für eine Fabrik, deren Motoren z. B. 600 kW einschließlich Leitungsverlust beim Leistungsfaktor = 0,6 verbrauchen, ergibt sich folgendes Bild:

Bei der Wirkleistung von 600 kW beim Leistungsfaktor = 0,6 beträgt die Scheinleistung $\frac{600}{0{,}6} = 1000$ kVA. — Vorhanden sind 3 Transformatoren von je 350 kVA, zusammen 1050 kVA. Der Wirkungsgrad der Transformatoren bei Belastung mit je 333 kVA beträgt 97,5 vH, der Verlust also 2,5 vH von 1000 kVA = 25 kW. Der Leitungsverlust beträgt 4 vH von 1000 kVA = 40 kW; der Verbrauch der Motoren demnach 600 — 40 = 560 kW, der Gesamtverbrauch also 560 + 40 + 25 = 625 kW.

Beim Leistungsfaktor = 1 werden nur 600 kVA verbraucht; es brauchen also nur 2 Transformatoren eingeschaltet zu werden; der Verlust verringert sich auf rund 15 kW. Der Leitungsverlust beträgt $4 \times 0{,}6 = 2{,}4$ vH von 600 kVA = rd. 15 kW. Es werden also jetzt gebraucht 560 + 15 + 15 = 590 kW. Die Ersparnis beträgt 35 kW oder rund 6 vH. Bei 2400 jährlichen Arbeitstunden werden $35 \times 2400 = 84\,000$ kWh gespart, also bei einem Strompreis von z. B. 500 ℳ/kWh jährlich 42 Mill. ℳ; dazu kommt dann noch der vom Elektrizitätswerk gewährte Nachlaß auf den Strompreis, der sich in der Größenordnung von 15 bis 20 vH bewegen wird und eine weitere jährliche Ersparnis von 100 bis 150 Mill. ℳ herbeiführt. Man sieht schon aus diesen Zahlen, daß die Frage des Leistungsfaktors auf jeden Fall von wesentlicher Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit des Betriebes ist.

Noch wichtiger wird der Leistungsfaktor, wenn eine Erweiterung der Anlage vorgenommen werden soll, während die Trans-

formatorenstation und womöglich auch das zur Fabrik führende Hochspannungskabel schon an der Grenze der Leistungsfähigkeit angelangt ist. Dann können durch Verbesserung des Leistungsfaktors unter Umständen Hunderte von Millionen erspart werden. Hierauf wird weiter unten noch eingegangen werden.

Verbesserung des Leistungsfaktors.

Was soll nun geschehen, um den Leistungsfaktor einer Anlage zu verbessern? Nachdem oben die Gründe des meist vorhandenen schlechten Leistungsfaktors klargestellt worden sind, sollte man meinen, man könnte nunmehr das Übel an der Wurzel packen; aber weit gefehlt! In der Praxis wird sich nicht leicht ein Betriebsleiter dazu bereitfinden, die vorhandenen starken Motoren gegen schwächere auszutauschen. Beim Einzelantrieb ist dies auch tatsächlich nicht möglich, da die betreffende Arbeitsmaschine schließlich doch einmal mit ihrer Höchstleistung beansprucht wird. Aber auch beim Gruppenantrieb wird der vorsichtige Betriebsmann sich nicht davon überzeugen lassen, daß nicht doch einmal alle Maschinen gleichzeitig voll beansprucht werden könnten. Wer also hofft, den Leistungsfaktor durch Auswechslung der vorhandenen Motoren gegen schwächere zu verbessern, wird auf den einmütigen Widerstand aller Betriebsingenieure und Meister stoßen, so daß auf einen durchgreifenden Erfolg auf diesem Wege nicht zu rechnen ist.

Ein anderes Mittel zur Verbesserung des Leistungsfaktors einer Anlage ist die Verwendung eines sogenannten „Phasenschiebers". Schon dieser Name klingt nicht sehr vertrauenerweckend! Man könnte die Maschine, um die es sich hier handelt, treffender „Blindstromerzeuger" oder einfach „Erregermaschine" nennen, denn sie ist nichts anderes als ein Drehstromerzeuger, der den Blindstrom oder Magnetisierungsstrom der Motoren liefert. Da es sich um Blindstrom handelt, so ist keine Antriebkraft für die Maschine notwendig, sie wird vielmehr einfach wie ein leerlaufender Motor an das Netz angeschlossen. Wir haben also in einem solchen Phasenschieber eine Art von Zwittergeschöpf vor uns: er ist gleichzeitig Stromerzeuger und Motor, er erzeugt Blindstrom, nimmt aber gleichzeitig aus dem Netz so viel Wirkleistung, wie er zur Deckung seiner eigenen Verluste gebraucht.

Die notwendige Größe des Phasenschiebers wird in folgender Weise berechnet: Bei 600 kW Wirkleistung und 1000 kVA Scheinleistung (Leistungsfaktor = 0,6) ist die Blindleistung = $\sqrt{1000^2 - 600^2} = 800$ kVA. Um also den Leistungsfaktor auf 1,0 zu bringen, ist ein Blindstromerzeuger von 800 kVA notwendig, d. h. ein Drehstromgenerator, der in Verbindung mit einer entsprechenden Dampfmaschine fast den ganzen Verbrauch der Anlage allein decken könnte! Man kann sich hiernach ein Bild von den Anschaffungskosten einer solchen Maschine machen, zu denen noch die Kosten eines geeigneten Maschinenraumes und Fundaments hinzukommen. Aber auch die Betriebskosten sind bedeutend, denn der Eigenverbrauch beträgt etwa 8 vH der Leistung, im vorliegenden Falle also 8 vH von 800 kVA = 64 kW oder mehr als 10 vH des Gesamtverbrauchs der Anlage. Man wird ohne weitere Rechnung erkennen, daß die Verbesserung des Leistungsfaktors unter solchen Opfern kaum jemals rentabel sein wird. — Häufig wird man sich damit begnügen wollen, den Leistungsfaktor nicht auf 1,0 zu bringen, sondern von 0,6 auf etwa 0,8. Dann stellt sich die Rechnung folgendermaßen: Bei 600 kW Wirkleistung und Leistungsfaktor = 0,6 werden, wie oben ausgerechnet wurde, 800 kVA Blindleistung gebraucht. Bei derselben Wirkleistung und Leistungsfaktor = 0,8 ist die Scheinleistung $\frac{600}{0{,}8} = 750$ kVA und die Blindleistung $\sqrt{750^2 - 600^2} = 450$ kVA. Der Phasenschieber muß jetzt die Differenz von 800 — 450 = 350 kVA aufbringen; also auch jetzt noch eine Maschine von beträchtlicher Größe und einem Eigenverbrauch von etwa 30 kW oder 5 vH der Gesamtleistung.

Es ist noch zu beachten, daß der Phasenschieber zwar die Transformatoren und das Hochspannungskabel von Blindstrom entlastet, aber nicht die Niederspannungsleitungen innerhalb der Fabrik. Hiernach ergibt sich folgender Arbeitsverbrauch:

1) Ohne Phasenschieber, wie oben berechnet, (Leistungsfaktor = 0,6):

Verbrauch der Motoren	560 kW
„ „ Transformatoren	25 „
„ „ Leitungen	40 „
zusammen:	625 kW

2) mit großem Phasenschieber (Leistungsfaktor = 1,0):

Verbrauch der Motoren	560 kW
„ „ Transformatoren	15 „
„ „ Leitungen	40 „
„ des Phasenschiebers	64 „
zusammen:	679 kW

3) mit kleinem Phasenschieber (Leistungsfaktor = 0,8):

Verbrauch der Motoren	560 kW
„ „ Transformatoren	20 „
„ „ Leitungen	40 „
„ des Phasenschiebers	30 „
zusammen:	650 kW

Der Leistungsverbrauch der Anlage nimmt also durch Au[f]stellung des Phasenschiebers unter allen Umständen zu, und [es] ist sehr zweifelhaft, ob die wegen des besseren Leistungsfakto[rs] eintretende Tarifvergünstigung ausreicht, um diesen Mehrve[r]brauch und die Kosten der Verzinsung, Unterhaltung und Bedi[e]nung des Phasenschiebers zu decken. Seine Verwendung wi[rd] also im allgemeinen nicht zu empfehlen sein.

Der Synchronmotor.

Es gibt aber ein wesentlich besseres Mittel zur Hebung d[es] Leistungsfaktor, nämlich den Synchronmotor. Dieser Mot[or] erzeugt sich seinen Magnetisierungsstrom selbst, er entnim[mt] also dem Netz keinen Blindstrom; er kann sogar leicht [so] eingerichtet werden, daß er an das Netz noch etwas Blindstr[om] abgibt, der dann den mit ihm zusammen arbeitenden Asynchro[n]motoren zugute kommt. Synchronmotoren werden seit viel[en] Jahren von fast allen elektrotechnischen Firmen gebaut; [sie] wurden aber bisher nur in Ausnahmefällen im Fabrikbetrieb ve[r]wendet, weil ihre Bedienung recht umständlich war. Auch d[er] Anlauf unter Belastung machte Schwierigkeiten und ihr Pre[is] war recht hoch, weil sie eine besondere Erregermaschine brauc[h]ten. Alle diese Schwierigkeiten sind bei einem neuerdings vo[m] Verfasser angegebenen Synchronmotor beseitigt worden, der v[on] der Firma Dr. Max Levy, Berlin, seit etwa einem Jahr mit gute[m] Erfolg hergestellt wird[1]).

Die Eigenart dieses Motors, Abb. 1, besteht hauptsächli[ch] darin, daß die sonst üblichen Rollen von Ständer und Läuf[er] bei ihm vertauscht sind. Der Betriebstrom wird hier dem Läuf[er] zugeführt, während die Ständerwicklung mit dem Anlasser verbunden ist. Der Läufer erhält nun neben den Schleifringen noch einen kleinen Kommutator, von dem der Erregergleichstrom abgenommen wird. Das häufig bestehende Vorurteil gegen Kommutatoren ist in diesem Falle vollkommen gegenstandslos, da irgendwelche Funkenbildung hier vollkommen ausgeschlossen ist.

Abb. 1. Synchronmotor für Anlauf unter Vollast.

Es rührt dies daher, daß die erforderliche Erregerleistung i[m] Verhältnis zur Motorgröße außerordentlich gering ist, und da[ß] ferner die Gleichspannung sehr niedrig gewählt wird. Z. [B.] braucht ein 6,5 kW-Motor für seine Erregung einen Gleichstro[m] von etwa 25 A bei rd. 15 V. Diese geringfügige Gleichstrom[]leistung kann selbstverständlich völlig funkenfrei abgenomme[n] werden. Auch während des Anlaufs und selbst bei beliebi[gen] starken Überlastungen, bei denen der Motor außer Tritt fäll[t], ist keine Spur von Funkenbildung bemerkbar.

Der Motor läuft in genau gleicher Weise an wie ein Asyn[]chronmotor mit Schleifringen, d. h. der Netzschalter wird ein[]geschaltet und der Anlaßwiderstand dann allmählich kurz[]geschlossen. Die Schaltung ist so getroffen, daß beim Kurz[]schließen des Anlaßwiderstandes selbsttätig die Gleichstrom[]erregung bei Ständerwicklung eingeschaltet wird. Der Moto[r] verwandelt sich also während des Anlaßvorganges aus einem Asynchronmotor in einen Synchronmotor.

Eine weitere Eigentümlichkeit des Motors besteht darin, daß sich der Erregerstrom selbsttätig in Abhängigkeit von de[r] Belastung regelt. Synchronmotoren erfordern einen mit der Be[]lastung steigenden Erregerstrom. Läßt man die Erregerstrom[]stärke auch bei Teillast und bei Leerlauf so stark, wie sie be[i]

[1]) Vergl. ETZ 4. Januar 1923 S. 4.

Abb. 2. Kennzeichnung des selbsterregenden Synchronmotors.

›r höchsten vorkommenden Überlastung erforderlich ist, so ›beitet der Motor bei geringer Last mit stark voreilendem eistungsfaktor. Dies wäre allerdings, vom Standpunkt des lektrizitätswerks betrachtet, kein Fehler. Dagegen stellt es nen Nachteil für den Benutzer des Motors dar. Der stark vor- lende Leistungsfaktor bewirkt nämlich eine erhebliche Ver- hlechterung des Wirkungsgrades bei geringer Belastung. Da m, wie gesagt, die meisten Motoren in der Regel mit geringer elastung arbeiten, so ist anzustreben, daß der Leistungsfaktor ıch bei Teilbelastung nicht sehr stark von 1 abweicht. Abb. 2 igt, in welchem Maße dies hier erreicht ist. Der Leistungs- ktor ist bei Leerlauf wie bei Vollast und bis zu 30 vH Über- st fast genau = 1. Bei den zwischenliegenden Belastungen ist r Leistungsfaktor etwas voreilend, unterschreitet aber in inem Falle den Wert 0,9. Ein so hoher voreilender Leistungs- ktor bei Teilbelastung ist praktisch ohne Einfluß auf den Wir- ıngsgrad, übt dagegen bereits einen sehr günstigen Einfluß auf n Gesamtleistungsfaktor der Anlage aus. Der Wirkungsgrad s Motors ist praktisch derselbe wie der von Asynchronmotoren eicher Leistung.

Bemerkenswert ist das Verhalten des Motors bei starken berlastungen. Wie aus Abb. 2 ersichtlich, fällt der Motor bei wa 30 vH Überlast außer Tritt. Dies bedeutet jedoch keines- egs, daß er zum Stillstand kommt. Er arbeitet vielmehr ganz ıhig als Asynchronmotor weiter, und das Außertrittfallen macht ch nur dadurch bemerkbar, daß der Leistungsfaktor von 1 auf wa 0,8 nacheilend sinkt und die Stromstärke dementsprechend lötzlich um rd. 20 vH zunimmt. Da so starke Überlastungen s Motors selbstverständlich nur kurze Zeit dauern dürfen, so t dies praktisch ohne Bedeutung. Die Hauptsache ist, daß waige stoßweise auftretende starke Überlastungen keine Be- iebstörung des Motors herbeiführen.

Der Motor kann deshalb unbedenklich für alle Antriebe ver- endet werden, die keine Drehzahlreglung erfordern; sein Vorteil ann atürlich nur dann zur Geltung kommen, wenn der Motor auernd in Betrieb bleibt, also z. B. nicht bei Aufzug-, Kran- nd ähnlichen Betrieben, auch nicht bei Hobelmaschinen und rgl., bei denen der Motor fortwährend umgesteuert wird.

Wenn die mehrfach als Beispiel benutzte Fabrik unter Ver- endung dieses Synchronmotors angelegt worden wäre, so würde ch folgendes Bild ergeben: es wären Synchronmotoren mit einer esamtaufnahme von etwa 400 kW verwendet worden, die bei wa ⅓ mittlerer Belastung mit einem Leistungsfaktor von 9 voreilend arbeiten. Die Scheinaufnahme wäre also $\frac{400}{0,9}$ = 40 kVA und die voreilende Blindleistung $\sqrt{440^2 - 400^2} = 185$ kVA. ür die übrigen Antriebe mit 160 kVA Gesamtaufnahme werden synchronmotoren benutzt, die wieder mit dem Leistungsfaktor 0,6 arbeiten mögen. Die Scheinaufnahme dieser Motoren be- rägt also $\frac{160}{0,6} = 265$ kVA und ihre nacheilende Blindleistung $\sqrt{265^2 - 160^2} = 210$ kVA. Es bleibt demnach ein Rest von 10 — 185 = 25 kVA nacheilende Blindleistung übrig. Der Gesamt- erbrauch der Anlage ist $\sqrt{560^2 + 25^2} = 565$ kVA, und der eistungsfaktor $\frac{560}{565}$ wird praktisch = 1. Für diese Anlage er- ibt sich folgende Bilanz:

Verbrauch der Motoren	560 kW
„ „ Leitungen	15 „
„ „ Transformatoren	15 „
zusammen:	590 kW,

lso 35 kW weniger als bei Verwendung von Asynchronmotoren. iese Ersparnis tritt zu der vom Elektrizitätswerk gewährten arifermäßigung hinzu. Die Anlagekosten werden nicht viel rößer, da dem Mehrpreis der Motoren die Ersparnis von rd. 0 kVA Transformatorenleistung nebst Schaltanlage sowie Er- parnis an Leitungsmaterial gegenübersteht.

In der Praxis handelt es sich aber meist nicht um vollstän- ige Neuanlagen, sondern es wird gewöhnlich die Aufgabe gestellt, en Leistungsfaktor einer bestehenden Anlage zu verbessern. Auch as ist mit dem Synchronmotor möglich, und zwar bei unserer hon wohlbekannten Fabrik etwa in folgender Weise: Von den orhandenen Motoren werden diejenigen ermittelt, die am ungün- tigsten belastet sind und deshalb mit dem niedrigsten Leistungs- aktor arbeiten. Diese Motoren, ihre Gesamtaufnahme möge 40 kW betragen (¼ der Gesamtleistung), werden entfernt nd verkauft; an ihrer Stelle werden Synchronmotoren auf- estellt. Der mittlere Leistungsfaktor der übrigen, verhältnis- näßig günstig belasteten Asynchronmotoren mit einer Gesamt- ufnahme von 420 kW möge nunmehr 0,7 betragen. Dies ergibt ine Scheinaufnahme von $\frac{420}{0,7} = 600$ kVA und eine nacheilende Blindleistung von $\sqrt{600^2 - 420^2} = 420$ kVA. Die Synchronmotoren brauchen $\frac{140}{0,9} = 156$ kVA, ihre voreilende Blindleistung beträgt $\sqrt{156^2 - 140^2} = 70$ kVA. Es bleibt also ein Rest von 420 — 70 = 350 kVA nacheilende Blindleistung übrig. Der Scheinverbrauch der Anlage beträgt jetzt $\sqrt{560^2 + 350^2} = 660$ kVA und der Leistungsfaktor $\frac{560}{660} = 0,85$. Die Auswechslung von ¼ der vorhandenen Motoren gegen Synchronmotoren hat also genügt, um den Leistungsfaktor von 0,6 auf 0,85 zu heben.

Häufig wird die Aufgabe noch anders gestellt: unsere Fabrik, die, wie bekannt, zurzeit 600 kW bei Leistungsfaktor = 0,6 verbraucht, soll erweitert werden. Das Hochspannungskabel und die Transformatorenstation genügen für höchstens 1100 kVA; es ist also nur noch die Aufstellung neuer Asynchronmotoren mit einer Gesamtaufnahme von rund 60 kW zulässig. Wird aber die Erweiterung mit Synchronmotoren vorgenommen, so ergibt sich folgendes Bild: aus der alten Anlage werden zunächst wieder diejenigen Motoren herausgesucht, die besonders ungünstig belastet sind; sie werden in der Neuanlage an Stellen verwendet, wo sie besser ausgenutzt werden. Hierdurch wird der Leistungsfaktor der Anlage vielleicht auf 0,7 gehoben. Es können nunmehr neue Synchronmotoren mit einer Gesamtaufnahme von nicht weniger als 500 kW zur Aufstellung kommen. Der nacheilende Blindverbrauch der alten Motoren errechnet sich zu 560 kVA, der voreilende Blindverbrauch der Synchronmotoren zu 230 kVA, bleiben 330 kVA nacheilend. Die Gesamtaufnahme beträgt 560 + 500 = 1060 kW und die Scheinaufnahme $\sqrt{1060^2 + 330^2} = 1100$ kVA. Die zulässige Belastung des Kabels und der Transformatoranlage wird also nicht überschritten, während die Leistung der Motoren nahezu verdoppelt wurde.

Schließlich möchte ich noch zeigen, wie sich die Anschaffung von Synchronmotoren bezahlt macht, wenn der Strompreis vom Leistungsfaktor abhängt. Z. B. haben die Märkischen Elektrizitätswerke folgende Berechnung eingeführt: Der Grundpreis gilt für einen Leistungsfaktor von wenigstens 0,8. Dieser Preis erhöht sich um 1 vH für je ²/₁₀₀, um die der Leistungsfaktor unter 0,8 und um 1 vH für je ¹/₁₀₀, um das der Leistungsfaktor unter 0,7 liegt. Nehmen wir jetzt eine Fabrik an, in der Motoren mit einer gesamten Aufnahmefähigkeit von 100 kW aufgestellt sind; die mittlere Belastung möge 35 kW betragen, der mittlere Leistungsfaktor 0,6. Der Grundpreis von, sagen wir, 500 ℳ/kWh, erhöht sich um $\frac{80-70}{2} = 5$ vH + $\frac{70-60}{1}$ = 10 vH, zusammen 15 vH, auf 575 ℳ/kWh. Bei 2400 h jährlicher Betriebzeit belaufen sich die Kosten für Strom auf 35 × 2400 × 575 = 48,3 Mill. ℳ im Jahre.

Nun soll ein weiterer Motor von 15 kW normaler Leistungsaufnahme aufgestellt werden, der voraussichtlich im Mittel mit 5 kW belastet sein wird. Wenn wieder ein Asynchronmotor angeschafft wird, so wird sein mittlerer Leistungsfaktor etwa 0,6 sein, so daß der Leistungsfaktor der Anlage und damit der Strompreis unverändert bleibt. Der neue Motor wird also im Jahre 5 × 2400 × 575 = 6,9 Mill. ℳ für Strom verbrauchen. Wird jedoch ein Synchronmotor gleicher Leistung angeschafft, der bei 5 kW Belastung mit einem Leistungsfaktor von 0,9 voreilend arbeitet, so erhöht sich der Gesamtleistungsfaktor der Anlage von 0,6 auf 0,68, wobei der Strompreis 535 ℳ/kWh beträgt. Nunmehr berechnet sich der Gesamtverbrauch auf 40 × 2400 × 535 = 51,36 Mill. ℳ im Jahre, der Mehrverbrauch nach Aufstellung des neuen Motors also auf 51,36 — 48,3 = 3,06 Mill. ℳ gegenüber 6,9 Mill. ℳ bei Verwendung des Asynchronmotors. Es werden also rd. 3,8 Mill. ℳ jährlich gespart. Da der Mehrpreis des Synchronmotors gegenüber einem Asynchronmotor wesentlich unter einer Million Mark liegt, so macht sich seine Anschaffung durch die Stromersparnis in wenigen Monaten bezahlt.

Fast ebenso vorteilhaft ist es, wenn kein neuer Motor erforderlich ist, einen Teil der vorhandenen Motoren gegen Synchronmotoren auszutauschen. Wird z. B. in der zuletzt erwähnten Fabrik ein 15 kW-Motor ausgewechselt, so erhöht sich bei sonst gleichen Verhältnissen der Leistungsfaktor ebenfalls von 0,6 auf etwa 0,68; der Gesamtverbrauch beträgt demnach 35 × 2400 × 535 = 44,9 Mill. ℳ, und erspart werden jährlich 48,3 — 44,9 = 3,4 Mill. ℳ. Die Anschaffungskosten des neuen Synchronmotors betragen etwa 4 Mill. ℳ, während beim Verkauf des alten Asynchronmotors vielleicht 2 Mill. ℳ erzielt werden können. Die Kosten des Umtausches werden also schon durch die Stromersparnis in einem halben Jahr nahezu eingebracht.

Diese Beispiele sind natürlich nicht erschöpfend, sie zeigen aber, wie durch Anwendung von Synchronmotoren zahlreiche Aufgaben im elektrischen Fabrikbetrieb mit Erfolg gelöst werden können. Die hierbei erzielten Ersparnisse sind beträchtlich; sie kommen nicht nur dem Einzelnen, sondern der gesamten Volkswirtschaft zugute. [1712]

RUNDSCHAU.

Aus dem Ausland.

Dampfkraftanlagen.

Amerikanische Steuerung von Gleichstromdampfmaschinen.

Die Aufnahme der Gleichstrombauart hat in England und in den Vereinigten Staaten eine große Anzahl neuer Steuerungen entstehen lassen, da manche Werke ihre älteren Steuerungen zu diesem Zweck umgebaut haben. Dabei ist teilweise sogar die Corliss-Steuerung wieder benutzt worden. In der Zeitschrift „Power" vom 5. Dezember 1922 findet sich neben mehreren meist wenig vorbildlichen Steuerungen eine, bei der der Ventilschluß durch eine Gegenrolle erzwungen wird. Wie Abb. 1 zeigt, hat das durch die Exzenterstange bewegte Führungsstück *a* zwei Kurvenbahnen. Gehoben wird das Ventil mittels des lose schwingenden Rollenhebels *b* beim Abwärtsgang des Führungsstückes, geschlossen durch Druck auf die Rolle *c* beim Aufwärtsgang. Die Rolle *c* ist in einem besonderen Gleitstück gelagert, das in dem Führungskolben der Ventilspindel verschiebbar und gegen ihn abgefedert ist. Dadurch ist die Gefahr eines Bruches bei starrem zwangläufigem Schluß vermieden. Während manche Wellen noch den Muffenregler beibehalten haben, wird hier das Exzenter durch einen Achsenregler auf der Steuerwelle verstellt, Abb. 2. [M 375] Fr.

WA 23/33

Abb. 1. Ventilsteuerung für Gleichstrom-Dampfmaschinen.

WA 23/26

Abb. 2. Gleichstromdampfmaschine mit Ventilsteuerung.

Meßgeräte.

Ausdehnungspyrometer.

In der Zeitschrift „Revue de Métallurgie" vom September 1922 hat P. Chévenard über ein auf der Wärmeausdehnung eines Metallstabes beruhendes Pyrometer berichtet, das seit 1916 in den Stahlwerken von Imphy mit Erfolg gebraucht wird. In einem einseitig geschlossenen Quarzglasrohr ist ein Metallstab so gelagert, daß seine etwas abgerundete Spitze auf dem Boden des Rohres aufruht, während sich gegen das andre Ende eine dünne Stange zum Übertragen der Längenänderungen des Stabes auf eine optische Vergrößerungsvorrichtung federnd aufstützt. Der Stab ist mit 0,5 mm Spiel in das Glasrohr eingepaßt und wird beim Gebrauch in den Raum, dessen Temperatur gemessen werden soll, so weit hineingehalten, daß er sich gleichmäßig erwärmt. Da die Wärmedehnung des Quarzglases zwischen 0° und 1100° C unveränderlich ist und $0{,}54 \cdot 10^{-6}$ beträgt und die Längenänderung in dem Teil des Glasrohres, den der Stab nicht einnimmt, durch diejenige des Übertragungsgestänges ausgeglichen wird, so liefert der gemessene Unterschied der Wärmedehnungen von Glasrohr und Prüfstab ein zuverlässiges Maß für die Temperatur des Raumes.

Der Prüfstab wird aus einer Legierung von Nickel und Chrom hergestellt, der zur Erhärtung Wolfram oder Molybdän zugesetzt wird. Er ist sehr feuerbeständig und kann mehrere hundert Messungen bei 1000 bis 1100° C aushalten, bevor er erneuert werden muß. Obgleich sich die Anwendbarkeit des Gerätes höchstens bis 1200° erstreckt, also noch nicht einmal so weit wie die der thermoelektrischen Pyrometer, weil darüber hinaus das Quarzglas zu weich wird, bietet es besonders für die Beobachtung der Vorgänge beim Erhärten von Legierungen wegen seiner Genauigkeit und schnellen Anzeige große Vorte

In einer besonderen Form läßt sich das Pyrometer zur Beobachtung des Wärmeverhaltens von Legierungen nach dem Verfahren v Roberts-Austen anwenden, indem man den Prüfstab und das Thermometer nach vorangegangener Erhitzung gleichmäßig abkühlen läßt u den Verlauf der von beiden Stäben angezeigten Längenänderungen v gleicht. Die beim Prüfstab auftretende Verzögerung des Abkühlv ganges bei der kritischen Temperatur läßt sich hierbei sehr genau obachten. In Verbindung mit einem Galvanometer kann man fer den Einfluß der Erwärmung auf den elektrischen Widerstand, auf thermoelektrischen Kräfte oder auf die magnetischen Eigenschaften v Legierungen sehr zuverlässig messen. [M 418

Neuer Dampfmesser von Kent.

Bei dem in Abb. 3 dargestellten Dampfmesser von G. Kent, Lut der auf dem Verfahren von Hodgson[1]) beruht, wirkt der Druckunt schied von beiden Seiten einer in die Dampfleitung eingebauten Dross scheibe auf die durch zwei Federn gehaltene Membran *a* aus Ha gummi, deren Bewegung mit Hilfe einer Rolle auf die Zeigerwelle übertragen wird. Das Gehäuse ist beiderseits mit Wasser gefüllt u kann mittels eines Nadelventiles entlüftet werden. Die Bewegung d

Z 23/477

Abb. 3. Neuer Dampfmessc von Kent.

Membran beträgt nur etwa 7,5 mm beim größten vorkommenden Druc unterschied. Nach dem Einbau oder dem Auswechseln der Membra braucht man nur die durch eine Kapsel vor unbefugtem Verstelle geschützte Schraube *c* zu drehen, um einen Zeiger hinter der Gla scheibe (in der Zeichnung nicht sichtbar) in die Nullstellung zu bringe Die Rolle der Zeigerwelle wird durch das Gewicht *d* stets gleichmäßi gegen ihre Führung angedrückt. Die Genauigkeit der Angaben wi mit ± 2 vH bei Vollbelastung und mit 2½ vH bei halber Belastung g währleistet. („Engineering" 23. Februar 1923) [1722] Fr.

Mikrophone für Segelflugzeuge.

Gelegentlich seiner aerodynamischen Versuche in den Jahren 19 bis 1913 hat, wie kürzlich in der französischen Akademie der Wisse schaften mitgeteilt wurde, Lafay ein Mikrophon verwendet, um di Gleichförmigkeit des von dem Gebläse gelieferten Luftstromes z überwachen. Das Mikrophon bestand aus Graphitstaub und einer leich ten Membran, die sich nach dem Winddruck einstellte, und die be Änderungen der Windgeschwindigkeit auftretenden Änderungen de durch das Mikroskop fließenden Stromes wurden in einem Telephon hörer wahrgenommen. Neuerdings sind diese Erfahrungen auch be Segelflugzeugen nutzbar gemacht worden. Baut man nämlich da Mikrophon derart in den Flügel des Flugzeuges ein, daß seine Membran einen Teil der Rückenfläche des Flügels bildet, so hört ma sehr verschiedene Töne: ist der Flügel nach vorn geneigt, so daß di Membran vom Flugwind unmittelbar getroffen wird, so hört man die scho von den Windbeobachtungen her bekannten Töne, die von den turbulenten Schwankungen der Windgeschwindigkeit herrühren. Diese Töne werden aber um so schwächer, je mehr sich der Flügel dem richtigen Anstellwinkel nähert. Sobald diese Stellung überschritten wird, hört man wieder, aber wesentlich tiefere Töne, vermutlich weil dann die Stelle des höchsten Unterdruckes weiter nach vorn rückt und die Membran abermal raschen Druckwechseln ausgesetzt wird, die, wie schon aus früheren Beobachtungen bekannt ist, am Ende der Flügelfläche herrschen. Be Anordnung eines Mikrophons auf dem Rücken des Flugzeugflügels könnte daher der Flugzeugführer deutlicher und früher als bisher erkennen, wann das Flugzeug durch eine Luftströmung gehoben wird oder in einem sogenannten Luftloch durchsackt. Zwei symmetrisch zum Längsmittel angeordnete Mikrophone würden ferner ermöglichen, die augenblickliche Richtung einer Luftströmung zu beurteilen, die dem Flugzeug begegnet. [M 396]

[1]) Vergl. Z. 1922 S. 943.

Maschinenteile.

Spannungen in Zahnrädern.

Auf Veranlassung der General Electric Co. sind im Technologischen stitut Massachusetts photoelastische Untersuchungen durchgeführt und it Belastungsproben von Stahlrädern verglichen worden. Die Verıchskörper waren aus Zelluloid angefertigt worden und bestätigten das rgebnis, daß durch das Aufpressen auf kegelige Sitzflächen die Spanıngen in der Radnabe größer ausfallen als bei glatten Ringen aus eichem Baustoff mit gleicher Bohrung und einem Außendurchmesser eich dem Fußkreisdurchmesser.

Die photoelastische Untersuchung zeigte, daß die größte Spannung nter der Zahnwurzel auftritt, und erklärt damit die Erscheinung, daß e Stahlräder bei ausschließlicher Belastung durch inneren Druck nicht vischen den Zähnen reißen, der Riß vielmehr unter der Zahnwurzel ·ginnt. Bei reiner Biegebeanspruchung bricht der Zahn naturgeäß in der Zylinderfläche des Fußkreisdurchmessers. Je höher die eichzeitige Beanspruchung durch Aufpressen oder Aufschrumpfen t, um so tiefer dringt die Bruchfläche in die Radnabe ein. Der erähnte Bruch durch den Zahn in radialer Richtung stellt dann den ıdern Grenzfall dar. Aus der Form der Bruchfläche kann deshalb ·folgert werden, ob der Bruch durch unsachgemäße Befestigung oder ırch Überlastung durch den Zahndruck herbeigeführt worden ist. .Mechanical Engineering" Februar 1923.) [M 421] Fr.

Kugel- und Rollenlager für Lokomotiven.

Im Jahre 1914/15 haben die Schwedischen Staatsbahnen zehn der ·hwersten 2 C 1-Vierzylinder-Schnellzuglokomotiven an dem Drehgestell nd an der Schleppachse mit doppelreihigen Kugellagern und Seitenrucklagern ausgerüstet, die von der Schwedischen Kugellagerfabrik geefert wurden. Da sich diese in mehrjährigem Gebrauch als zu schwach ·wiesen haben und wiederholt Beschädigungen der Kugeln eingetreten nd, werden die Versuche neuerdings mit zweireihigen Rollenlagern dieser abrik fortgesetzt. Bei diesen sind die beiden äußeren Rollenreihen in er bekannten Weise gekuppelt, kugelig geführt und für ein seitches Achsspiel von 0,25 bis 0,5 mm eingerichtet, da sie die Seitendrücke ıfzunehmen haben, während die innerste, hart am Ende des Zapfens ıgeordnete Reihe nur im Lagergehäuse auf einem ballig ausgebildeten tahlring läuft. [M 399]

Elektrizitätswerke.

Die 220 000 V-Kraftübertragungsanlage am Pit River, Kalifornien.

Als Vorteile des Ausbaues und der erkuppelung der kalifornischen Wasrkraftanlagen führt F. Baum in Electrical World" vom 27. Januar 923 an:

1. Die Vereinheitlichung der Tarife, insbesondere für Kraftzwecke;
2. den Ausgleich der Strompreise in größeren und kleineren Städten, unter besonderer Berücksichtigung der Industrie;
3. Ersparnis an Kohle und sonstigen Brennstoffen (Rohöl) sowie an Arbeitslöhnen.

Ein großartiges Beispiel bilden die raftübertragungsanlagen der Pacific Gas and Electric Co. am it River und seinen Zuflüssen, deren usbau in sieben Kraftstufen mit zuammen 430 000 PS bei 720 m Gesamtefäll erfolgen soll[1]). Vorläufig sind wei Kraftwerke am Hat Creek mit je 2 500 kVA und eine große Anlage am it River mit 70 000 kVA Maschineneistung errichtet, deren Strom nicht nehr über die bisherige 100- und 60 kVbertragung, sondern über eine 220 kVeitung von 320 km Länge nach einem 00 000 kW-Unterwerk in Vaca und von lort auf weitere 100 km nach dem Golf von San Franzisco über eine Ringeitung übertragen wird. Im Unterwerk Vaca wird die Spannung auf 110 kV bzw. 165 kV) herabgesetzt, mit welcher Spannung die weitere Leitung zunächst betrieben wird.

Die beiden Transformatorgruppen nit je drei Einphasen-Einheiten zu 6 666 kVA haben Sparschaltung und eine dritte Bewicklung, die zur Unterdrückung der dritten Harmonischen der Grundwelle (Herabsetzen der Koronaverluste) dient; sie wird gleichzeitig zum Anlassen der beiden im Unterwerk aufgestellten übererregten Synchronmotoren von je 20 000 kVA benutzt, die zur Phasenverbesserung des Netzes vorgesehen sind. Die Apparate und Transformatoren für 220 kVA sind hier, wie im Hauptwerk, im Freien aufgestellt.

Eine wesentliche Neuerung der Übertragungsanlage bilden die 14-gliedrigen Isolatorketten, Abb. 4 und 5. Sie bestehen aus neun Einheitsgliedern von je 255 mm Dmr., an die sich je zwei Glieder mit Doppelmantel von je 355 und 255 mm Dmr. anschließen, und als unterstes wieder ein Einheitsglied von 255 mm Dmr.; über das letzte Kettenglied ist ein zweiteiliger Kupferschirm von 400 mm Dmr. gestülpt, der als Spritzring gegen Regenwetter und zur besseren Spannungsverteilung längs der 2,1 m langen Kette dient. Diese Ausführung ist gegen die bisher verwendeten kegeligen Schutzringe aus Aluminium wesentlich abgeändert. Der Schirm schützt die Leitung zugleich gegen Störungen durch äußere Ursachen, wie Vögel, Baumäste usw.

Auch die Eisengittermasten sind sorgfältig ausgebildet worden. Sie werden in zwei Hauptausführungen hergestellt: eine Bauart für Doppelleitungen im Talgelände, Abb. 6, von 29,5 m Höhe und 3,6 bzw. 5,6 t Gewicht, letzteres für Abspannmaste, mit je drei Kupferseilen von 250 mm² Querschnitt, in 4,5 m Abstand übereinander angeordnet; die zweite Bauart, Abb. 7, für Bergstrecken, wo Schnee und Eis die Anordnung der Leiter übereinander unzweckmäßig erscheinen lassen, für drei Einfachleiter mit je 5,8 m wagerechtem Zwischenraum und von 2,3 bezw. 3,5 t Gewicht. In diesem Leitungsabschnitt werden Stahlaluminiumseile von rd. 25 mm Außendurchmesser verwendet, bestehend aus 42 Aluminium- und 19 Stahllitzen von je 2,8 mm Dmr. Der kleinste Abstand der Leitungen gegen Erde beträgt bei beiden Mastarten 9 m.

Hinsichtlich der Einrichtung und Verkuppelung der Kraftwerke sei noch folgendes hervorgehoben: Die beiden älteren Werke am Hat Creek mit je 60 m Gefäll und 15 000 PS Leistung haben offene Oberwassergerinne mit anschließenden genieteten Stahlrohrleitungen. Der Pit River-Anlage wird das Wasser durch einen Stollen von Hufeisenform und 13 m² Querschnitt und durch geschweißte Stahlrohre von 2,4 bis 3 m Dmr. zugeführt. Die beiden stehenden Hauptturbinen leisten je 40 000 PS bei 152 m Nutzgefäll und gießen in Wasserkegel-(Hydrokone-)Saugrohre aus, Abb. 8 und 9.

Die beiden Anlagen am Hat Creek sind durch eine kurze 60 000 V-Leitung mit dem Pit River-Kraftwerk verbunden; die Spannung wird

Abb. 4 und 5. 14gliedrige Isolatorkette.
a Einheitsglieder 255 mm Dmr.
b Zweimantelglieder 355 mm Dmr.
c Zweimantelglieder 255 mm Dmr.
d Zweiteiliger Kupferschirm 400 mm Dmr.

Abb. 6 und 7. Leitungsmaste der Pacific Gas and Power Co.

Abb. 8. Das Pit River-Kraftwerk.

[1]) Vergl. Z. 1923 S. 157.

Abb. 9. Grundriß des Pit River-Kraftwerkes.

hier zunächst auf 11 000 V herabgesetzt und gemeinsamen Doppelsammelschienen zugeführt. Die Niederspannungs-Schaltanlage dieses Werkes ist mit Rücksicht auf gute Übersichtlichkeit auf einer erhöhten Bühne im Maschinenraum aufgebaut. Sämtliche Hochspannungstransformatoren und -schalter sind im Freien angeordnet. Die 220 kV-Ölschalter sind zwecks Ausbesserung mit je drei Trennschaltern verbunden, die am gleichen Gestell wie die Ölschalter angeordnet sind. Die wassergekühlten Öltransformatoren haben Anzapfungen für 125, 175 und 220 kV, damit die Spannung nach und nach stufenweise erhöht werden kann. An die Leitung ist nur eine Hochspannungsklemme gelegt, während die andern Wicklungsenden über einen Spartransformator gemeinsam geerdet sind; der Spartransformator dient für den Relaisschutz der Haupttransformatoren und Ölschalter. In den Kraftwerken ist ein Relaisschutz derart vorgesehen, daß bei einem Fehler in der Wicklung der Stromerzeuger die Turbinenschieber selbsttätig geschlossen werden. [1719] Rb.

Schiffs- und Seewesen.

Der neue Kabeldampfer „Faraday".

Der erste Kabeldampfer, der den Namen „Faraday" erhielt, wurde von der englischen Firma Siemens Brothers & Co. im Jahre 1874 in Bau gegeben, die mit diesem Schiff ihr erstes transatlantisches Kabel verlegte. Der neue Dampfer gleichen Namens, der für dieselbe Firma von der Palmers Shipbuilding and Iron Co. in Jarrow gebaut wird, ist kürzlich von Stapel gelaufen. Die folgende Zusammenstellung enthält einen Vergleich des neuen Kabeldampfers mit früheren.

Name des Schiffes	Faraday I (alt)	Stephan (Z. 1903 S. 1581)	Faraday (neu) („The Engineer" vom 16. März 1923)
Stapellauf	17. Feb. 1874	29. Dez. 1902	16. Feb. 1923
Bauwerft	—	Vulcan, Stettin	Palmers
Länge zw. d. Loten . . m	110	116,05	116
Breite . . „	16	14,63	14,7
Seitenhöhe . . „	—	9,99	—
Raumtiefe . . „	—	—	8,92
Tiefgang beladen . . „	—	7,49	8,35
Wasserverdrängung . . t	—	9 825	—
Kabellast . . „	—	5 000	4 580
Kohlen . . „	—	690	—
Öl . . „	—	—	1 520
Gesamte Tragfähigkeit . . „	—	6 050	rd. 6 000
Anzahl der Kabeltanks .	—	4	4
Inhalt der Kabeltanks m^3	—	2 770	2 600
Geschwindigkeit . . Kn	—	11,5	12
Maschinenleistung . . PS_i	—	2×1 200	2×1 500
Zylinder-Dmr. . . . mm	—	500, 800, 1 300	640,1032,1730

Aus diesem Vergleich geht hervor, daß die Dampfer „Stephan" und „Faraday" (neu) in ihren Hauptabmessungen nahezu übereinstimmen.
[M 415] W. S.

Zweischraubenmotorschiff für Fahrgastverkehr.

Die Firma Armstrong, Whitworth & Co. hat von der schwedischen Firma Dan Brostrom, Gothenburg, den Auftrag auf ein bemerkenswertes Motor-Fahrgastschiff erhalten. Seine Maschinenanlage soll 13 500 PS leisten, womit zwei Schrauben angetrieben werden. Die Maschinen sollen doppeltwirkend ausgebildet werden und rd. 1000 PS in einem Zylinder leisten, während bisher höchstens 750 PS — allerdings bei einfach wirkenden Maschinen — auf einen Zylinder entfielen. Die Maschinen der neuen schwedischen Motorschiffe liefert die dänische Firma Burmeister & Wain, Kopenhagen. („The Engineer" 23. März 1923.)
[M 407] W.

Erd- und Wasserbau.

Der Shandakentunnel der Catskill-Wasserwerke.

Für die neue Wasserversorgung der Stadt New York werden in den nördlich gelegenen Catskill-Bergen die Gebiete des Esopus und des Schoharie ausgenutzt. Die Esopusanlage wurde 1917 fertiggestellt. Aus dem Schoharie soll das Wasser der Esopusanlage durch den am 3. Februar d. J. durchgeschlagenen Shandakentunnel zugeführt werden. Dieser ist 29,115 km lang und hat hufeisenförmigen Querschnitt mit 3,5 m größter Höhe und 3,12 m größter Breite.

Die beiden Gebiete liefern täglich je 1,14 Mill. m^3. Der Querschnitt des Tunnels ist jedoch für die doppelte Wassermenge bemessen. Bis auf die nördlichste Strecke von 5,6 km Länge hat er 1,23 vT Gefälle. Für den Bau und die Unterhaltung des Tunnels sind sieben Schächte im Abstand von 2,08 bis 4,32 km vorgesehen, deren größte Tiefe rd. 190 m beträgt. Der Tunnel wird mit Beton ausgekleidet, dessen Dicke je nach dem Zustande des Gesteins wechselt, jedoch nirgends weniger als 75 mm betragen soll. Im Mittel soll die Betonschicht der Seitenwände 200 mm dick sein.

Das Gestein war zum Teil Tonschiefer, zum Teil Sandstein von recht verschiedener Schichthöhe. Nirgends ergaben sich besondere Schwierigkeiten durch Wasser, dagegen mußte beinahe die Hälfte der Tunneldecke abgefangen werden. Nach den Vorarbeiten, dem Abteufen von fünf Schächten, wurden in 2¼ Jahren 25,6 km Tunnel gebohrt und 12,64 km mit Beton ausgekleidet. („Engineering News-Record" 8. März 1923.) [M 420] Fr.

Beleuchtungstechnik.

Wechselstromlampe für Lichtbildwerfer mit drei Kohlen.

Dr.-Ing. B. Schäfer, Baden (Schweiz), benutzt bei Wechselstrom-Bogenlampen insbesondere für kinematographische Zwecke eine dickere wagerecht liegende Kohle, der am Lichtbogen zwei dünnere senkrecht nach oben und unten stehende Kohlen gegenüberstehen. Einer dieser beiden dünneren Kohlen wird der Strom über eine Drossel, der andern über einen ohmischen Widerstand zugeführt, damit zwischen den beiden Zweigströmen eine möglichst große Phasenverschiebung auftritt. Vorher ist noch eine Spule als Stromteiler angeordnet, von deren Enden die Zweigströme ausgehen, während die Mitte der Spule an den zur Speisen der Lampe dienenden Spartransformator von 50 V Niederspannung angeschlossen ist.

Durch die Speisung des Lichtbogens mit phasenverschobenen Strömen soll die im Vergleich zu Gleichstromlampen geringe Lichtausbeute der üblichen Wechselstromlampen verbessert werden. Außerdem soll die bei kinematographischen Bildern störende Schwebung zwischen der Frequenz der Dunkelperioden und der Wechselzahl der Bilder beseitigt werden. Man erhält bei der neuen Kohlenanordnung eine punktförmige Lichtquelle. Außerdem sind die Hellperioden gegenüber der Dunkelperiode dadurch wesentlich verlängert, daß die beiden phasenverschobenen Zweigströme je eine Hellperiode hervorrufen, die einander nur wenig überdecken und im wesentlichen kurz nacheinander auftreten.

Die Lichtausbeute ist insbesondere bei Stromstärken von weniger als 35 A vermehrt, während sie bei höherer Stromstärke die von Zweikohlenlampen weniger übertrifft, und zwar werden die folgenden Zahlen angegeben:

Lampenstrom	32	35	47 A
Lichtstärke der neuen Schaltung mit 3 Kohlen	1400	2200	3400 HK
„ „ alten Schaltung mit 2 Kohlen	600	1600	3000 „

Bei der Ermittlung dieser Zahlen hatten die dicken Kohlen 20, die dünnen 12 mm Dmr. Beim Vergleich mit einer Lampe mit zwei unter 100° stehenden Kohlen ergab sich gleiche Bildhelligkeit mit 18 A in der neuen und 40 A in der alten Lampe. (ETZ 12. April 1923) [M 401]

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Deutschlands Wirtschaftslage unter den Nachwirkungen des Weltkrieges.

(Schluß von Seite 483)

9. Die steuerliche Belastung des deutschen Volkes.

Steuergesetzgebung.

Immer wieder wird die Frage aufgeworfen, was denn eigentlich [De]utschland zur Vermehrung der Einnahmen des Reiches getan habe? [Da]bei wird regelmäßig an Hand unzulänglichen und tendenziös aufge[ma]chten Materials die Behauptung aufgestellt, die steuerliche Belastung in Deutschland geringer als in andern Staaten.

Betrachtet man das deutsche Steuersystem zunächst unter dem Ge[sic]htspunkt, inwieweit die möglichen Steuerquellen in Anspruch ge[no]mmen worden sind, so ergibt sich folgendes Bild: Das Steuersystem [de]s Deutschen Reiches erfaßt die Ergebnisse der Einzelwirtschaft in allen [St]adien. Es erfaßt das Einkommen durch die allgemeine Einkommen[ste]uer, deren Sätze von 10 bis 60 vH ansteigen, durch die Körperschafts[ste]uer, deren Satz für Erwerbsgesellschaften auf 20 vH des steuerbaren [Ei]nkommens und 25 vH der verteilten Gewinnanteile, also bis zu 45 vH [er]höht ist, und durch die 20prozentige Aufsichtsratsteuer, die neben der [Ei]nkommensteuer erhoben wird. Das System erfaßt das Vermögen vom [1.] Januar 1923 ab durch eine laufende Vermögenssteuer, die bis zu einem [Sa]tze von 1 vH jährlich ansteigt, und zu der auf die Dauer von 15 Jahren [Zu]schläge bis zu 200 vH erhoben werden, die an die Stelle eines Teils [de]s Reichsnotopfers treten. Es erfaßt ferner künftig alles, was sich aus [de]m Einkommen ansammelt und Vermögensform annimmt, auch unter [de]m besonderen Gesichtspunkt des Zuwachses, durch eine Vermögens[zu]wachssteuer, deren Sätze bis zu 10 vH ansteigen. Hierzu tritt eine [we]itere Belastung des Besitzes durch die Zwangsanleihe. Bei der Be[ur]teilung dieser starken Besitzbelastung müssen ferner die den Ländern [un]d Gemeinden überlassenen, vielfach sehr hohen Ertragsteuern (Grund-, [Ge]bäude- und Gewerbesteuern) berücksichtigt werden. Auch die zu be[so]nderen Zwecken erhobene, z. T. das Dreißigfache der Friedensmiete [be]tragende Wohnungsbauabgabe ist zur Vervollständigung des Bildes [he]ranzuziehen.

Die laufende Besteuerung des Vermögens wird durch die Besteu[er]ung des Vermögensverkehrs ergänzt, die den Eigentumswechsel im [Er]bgange durch die Erbschaftsteuer, deren Sätze von 3½ bis 70 vH [ge]hen, den Eigentumswechsel an Grundstücken durch die 6prozentige [Gr]underwerbsteuer und den Kapitalverkehr durch die Kapitalverkehr[st]euer erfaßt, durch die die Anlegung von Kapital in Gesellschaftsform [m]it 7½ vH, die Emission von Wertpapieren mit 0,5 bis 7½ vH und der [Um]satz von Wertpapieren und Devisen mit einer Steuer belastet wird, [di]e bis zu 2 vH ansteigt. Zu dieser Besteuerung des Vermögensverkehrs [ko]mmt eine steuerliche Belastung des Personen- und Güterverkehrs, die [be]im Personenverkehr 10 bis 16 vH und beim Güterverkehr 7 vH des [Be]förderungspreises beträgt. Steuern auf Kraftfahrzeuge, auf Versiche[ru]ngen, auf Rennwetten und Lotterien, Wechselstempelsteuer, endlich [di]e kleineren Stempelabgaben der Länder und die mannigfachen Auf[w]andsteuern der Gemeinden vervollständigen die Reihe der Steuern, [di]e Besitz und Verkehr belasten.

Abschließend erfaßt das deutsche Steuersystem den Teil des Ein[ko]mmens, der dem Verbrauch zugeführt wird, durch eine außerordent[lic]h weit gehende Verbrauchbesteuerung (Tabak, Bier, Wein, Essig[sä]ure, Zucker, Salz, Zündwaren, Leuchtmittel, Spielkarten usw.). Vor [al]lem stellen die 40prozentige Kohlensteuer und die Umsatzsteuer, [di]e zurzeit 2 vH beträgt und auf jeder Stufe der Produktion und des [V]erbrauchs erneut erhoben wird, eine zusammenfassende Vorbelastung [de]s gesamten Verbrauchs dar, wie sie sich in diesem Ausmaße in keinem [an]dern Lande findet. Darüber hinaus unterliegt der Luxusverbrauch [ei]ner erhöhten Steuer auf Luxusgegenstände (Luxussteuer), deren Satz [..] vH beträgt. Leistungen besonderer Art werden von einer Reihe von [So]ndersteuern (Beherbergungssteuer, Reklamesteuer usw.) getroffen.

Die Zölle, namentlich auf aus dem Ausland eingeführte Genußmittel, [w]ie Kaffee, Tee, Kakao, und auf sonstige Gegenstände des Luxusver[br]auchs sind in ihren Sätzen beträchtlich gesteigert worden. Dadurch, [da]ß die Zölle auf der Goldbasis erhoben werden und das Goldzollaufgeld [w]öchentlich auf Grund des Dollarstandes festgesetzt wird, wird unter [se]lbsttätiger Anpassung an die Geldentwertung eine ständige Ver[sc]härfung der Belastung hervorgerufen, die in hohem Maße verbrauchs[d]rosselnd wirkt. Der gesamte Ausfuhrhandel unterliegt einer besonderen [B]elastung durch die Ausfuhrabgabe.

Ein Vergleich der steuerlichen Belastung Deutschlands und des [A]uslandes ergibt innerhalb der Grenzen, in denen er heute durchführbar [is]t, daß der Steuerdruck in Deutschland — wenn man das Zusammen[w]irken der Besitz-, Verkehrs- und Verbrauchsbesteuerung in Betracht [zi]eht — weit schwerer ist als im Auslande. Hierbei fällt besonders ins [G]ewicht, daß in Deutschland die Einkommensteuer auch mittlere und [k]leinere Einkommen wirksam erfaßt, während in anderen Ländern die [b]reiten Massen der Bevölkerung im wesentlichen nur von Verbrauchs[a]bgaben getroffen werden. Die folgende Übersicht und die dazu ge[h]örige Abbildung 24, die die Belastung von Einkommen gleicher [in]nerer Kaufkraft durch die Einkommensteuer in England, Frankreich, [I]talien, Amerika und Deutschland vergleichen, liefern den zahlen[m]äßigen Beweis für die bedeutend stärkere Belastung der Einkommen [i]n Deutschland.

Einkommensteuer für das Jahr 1922 bei einem verheirateten Steuerpflichtigen mit 2 Kindern in vH des Einkommens.

Einkommen in Papiermark[1])	England vH	Frankreich vH	Italien vH	Amerika vH	Deutschland vH
100 000	—	1,68	14,25	—	8,1
500 000	—	3,68	16,39	—	10,5
1 000 000	—	6,04	17,21	—	15,7
5 000 000	14,09	10,04	19,89	1,10	36,7
10 000 000	19,89	15,14	21,86	4,12	46,9
20 000 000	28,71	21,62	24,43	7,71	53,4
50 000 000	40,02	36,11	29,18	15,95	57,4
100 000 000	45,41	45,05	34,22	27,79	58,7

Abb. 24. Die steuerliche Belastung in Deutschland und im Ausland im Jahre 1922. (Einkommensteuer für einen verheirateten Steuerpflichtigen mit 2 Kindern bei einem Einkommen von 100 000 bis 100 Millionen Mark.)

10. Der Geldumlauf.

Der Geldumlauf vor dem Krieg und gegenwärtig.

Um die Mitte des Jahres 1914 waren rd. 2 Milliarden ℳ Noten der Reichsbank und der vier Privatnotenbanken sowie 0,2 Milliarden ℳ an Reichskassenscheinen im Verkehr. Da vor dem Kriege die breitesten Volksschichten sich überwiegend der Gold-, Silber- und Scheidemünzen bedienten, so müssen den angegebenen Papiergeldsummen noch 2,75 Milliarden ℳ Goldmünzen und 0,75 Milliarden ℳ Silber- und Scheidemünzen hinzugerechnet werden, um die gesamte Höhe des damaligen Geldumlaufs festzustellen. Er belief sich also insgesamt auf 6 Milliarden ℳ.

Ende Dezember 1922 betrug die Summe des ausgegebenen Papiergeldes:

1280,1	Milliarden ℳ	Reichsbanknoten,
1,5	„ „	Privatbanknoten,
13,5	„ „	Darlehnskassenscheine,
0,2	„ „	Reichskassenscheine,
zus. 1295,3	Milliarden ℳ	

an papiernen Geldzeichen (Abb. 25). Dieser Summe gegenüber fielen die außerdem im Zahlungsverkehr noch vorhandenen Beträge an Scheidemünzen und an sogenanntem Notgeld nicht ins Gewicht. Gold- und Silbermünzen sind aus dem Zahlungsverkehr ganz verschwunden.

Unter der Einwirkung der Störungen des deutschen Wirtschaftslebens, die durch den widerrechtlichen Einbruch Frankreichs und Belgiens in das Ruhrgebiet im Januar 1923 eintraten, hat die Zahlungsmittelausgabe eine neue außerordentlich starke Steigerung erfahren. Ende Februar 1923 betrug die Summe des ausgegebenen Papiergeldes:

3 512,8	Milliarden ℳ	Reichsbanknoten,
10,7	„ „	Privatbanknoten,
12,8	„ „	Darlehnskassenscheine,
0,2	„ „	Reichskassenscheine,
3 536,5	Milliarden ℳ	

Gründe der Ausdehnung des Papiergeldumlaufs.

Als Gründe für die Ausdehnung des Papiergeldumlaufs in Deutschland kommen für die Kriegsjahre in erster Linie in Betracht: der Ersatz des ausfallenden Metallgeldes, die Rückkehr zu früheren Barzahlungsgewohnheiten, die Steigerung des Preis- und Lohnniveaus, die Erweiterung des Zahlungsgebietes, das Abströmen deutscher Umlaufmittel in das Ausland und die Finanzierungsmethoden des Reichs für die Zwecke der Kriegführung (Ausgabe von Schatzanweisungen mangels genügender

[1]) Bei Umrechnung der Einkommen der ausländischen Staaten in Papiermark ist die innere Kaufkraft der Währungen zugrunde gelegt, die sich aus dem Durchschnitt der Großhandelsindexziffern der einzelnen Länder für Januar bis Dezember 1922 ergibt.

Steuer- und Anleihekraft der Bevölkerung). Nach Kriegsende stieg das Geld- und Kreditbedürfnis des Reichs fortgesetzt weiter; denn die Möglichkeit, Anleihen aufzulegen oder Steuern in dem erforderlichen Umfang einzuziehen, schwand immer mehr. Dazu kam die Umstellung auf die Friedenswirtschaft und die weitere Steigerung des Preisstandes, weil nach Aufhebung der Blockade und bei der vollkommenen Erschöpfung Deutschlands an Rohstoffen und Nahrungsmitteln die Einfuhr eher wieder in Gang kam als die Ausfuhr, und weil daher die fremden Devisenkurse fortgesetzt anstiegen. Die Bezahlung des Einfuhrüberschusses war, zumal sich inzwischen auch am Weltmarkt der Preisstand gehoben hatte, bei dem Mangel an Ausfuhrdevisen und sonstigen Einnahmen aus dem Auslande fortgesetzt nur dadurch möglich, daß in weitestgehendem Umfang im Auslande Marknoten oder -guthaben bei deutschen Banken veräußert wurden. Es liegt auf der Hand, daß hierdurch die Tendenz der

Abb. 25. Geldumlauf und Geldentwertung im Deutschen Reich

Markverschlechterung unheilvoll gesteigert werden mußte. Dies war zugleich mit ein Grund dafür, daß die Gestaltung der Valuta für die Entwicklung der Preis- und Lohnhöhe in Deutschland und damit auch des Zahlungsmittelbedarfes immer mehr maßgebend wurde, zumal mit Aufhebung der Blockade und der vollkommenen Isolierung Deutschlands die allmähliche Anpassung der innerdeutschen Preis- und Lohnhöhe an die ausländische sich von selbst ergeben mußte. Die später einsetzenden Leistungen auf Grund des Vertrages von Versailles (Clearingzahlungen, Besatzungskosten, Reparations-Bar- und -Sachleistungen, Entschädigung der In- und Auslanddeutschen für Vermögenseinbußen, für Ablieferung von Schiffen, Maschinen, Vieh, Chemikalien, Eisenbahnmaterial, Wertpapieren, Devisen usw.) beschleunigten dann diese Entwicklung, d. h. den Entwertungsprozeß der Mark und die Steigerung des Geldumlaufs, außerordentlich.

Im einzelnen ist vielfach Ursache und Wirkung der Geldentwertung und Inflation nicht mehr auseinanderzuhalten, zumal auch die Steigerung des Geldumlaufs selbst valutaverschlechternd und damit wiederum inflationistisch wirkt. Das wesentlich Bestimmende aber bleibt, daß es bei der gegenwärtigen Normierung der Lasten aus dem Vertrage von Versailles Deutschland nicht möglich ist und auch künftig nicht möglich sein wird, Zahlungsbilanz und Reichshaushalt auch nur annähernd zum Ausgleich, geschweige denn zu Aktivüberschüssen zu bringen. Unter diesen Umständen muß die Ausland- und Inlandverschuldung Deutschlands fortgesetzt wachsen und die Entwertung der Währung zunehmen, so daß weitere Steigerung der Teuerung und Ausdehnung des Geldumlaufs unvermeidbar sein werden. Nur nach einer erträglichen Gestaltung der deutschen Reparationsverpflichtungen und der dadurch bedingten Besserung der wirtschaftlichen Lage ist die Möglichkeit vorhanden, auch die deutschen Geld- und Währungsverhältnisse der Gesundung entgegenzuführen.

11. Scheinblüte und Verarmung Deutschlands.

Rückgang des Verbrauchs.

Die unaufhaltsam steigenden Preise haben zu einer Scheinblüte [der] Wirtschaft geführt, die beim oberflächlichen Beobachter leicht den [Ein]druck erweckt, daß Deutschland sich von den Folgen des Krieges er[holt] habe oder gar einem neuen Aufschwung entgegengehe. Das Gege[nteil] ist der Fall. Die deutsche Bevölkerung ist in den wichtigsten Zwe[igen] ihrer Bedarfdeckung tief unter den alten Stand der Lebenshalt[ung] herabgedrückt worden.

Die Herabdrückung der Lebenshaltung des deutschen Volkes [zeigt] sich in einem starken Rückgang des Verbrauchs. Dies ist beson[ders] augenfällig bei den für den Verbrauch der breiten Massen kaum entb[ehr]lichen Nahrungsmitteln und Getränken, und da wieder in erster L[inie] bei den Lebensmitteln, die früher zu einem großen Teil aus dem Ausla[nde] bezogen werden mußten. So hatte Deutschland vor dem Kriege beträ[cht]liche Einfuhrüberschüsse an Eiern, Milch, Butter und lebendem V[ieh]. Heute haben diese aufgehört.

Wie stark die Versorgung der deutschen Bevölkerung mit Flei[sch] zurückgegangen ist, ergibt sich u. a. aus der Abnahme der Schlachtun[gen] von Tieren, die der amtlichen Fleischbeschau unterliegen. Unter[Zu]grundelegung der Schlachtgewichte der Vorkriegzeit (1908) und [der] Gegenwart (1922) errechnen sich aus den beschaupflichtigen Schlacht[un]gen folgende für die Volksernährung hauptsächlich in Betracht komm[en]den Fleischmengen:

	1913[1])	1921[1])	1922
Rindfleisch	8 045 930 dz	6 136 608 dz	6 388 610 [illegible]
Kalbfleisch	1 481 014 „	1 212 267 „	1 251 038
Schweinefleisch . .	13 919 211 „	5 664 552 „	5 740 890
Hammelfleisch . . .	432 716 „	460 319 „	389 269
Zusammen	23 878 871 dz	13 473 746 dz	13 769 807 [illegible]

Gegenüber dem Jahre 1913 ergibt sich somit im Jahre 1922 insges[amt] ein **Ausfall von 10 109 064 dz, d. s. 42 vH der Fleischmengen,** die [in] der Vorkriegzeit zur Verfügung standen.

Selbst für Mehl mußte der Verbrauch infolge der Verteuerung [der] Einfuhr durch die anhaltende Valutaverschlechterung stark herabges[etzt] werden. Im Erntejahr 1913/14 waren für menschliche und tierische [Er]nährung und gewerbliche Zwecke nach Abzug der Aussaatmenge [und] der Ausfuhr und unter Hinzufügung der Einfuhr an Brotgetre[ide] 10 321 543 t Roggen und 6 455 220 t Weizen und Spelz verfügbar. [Au]f den Kopf der Bevölkerung entfielen damit 249 kg Brotgetreide.

Im Erntejahr 1921/22 waren dagegen einschl. der eingeführten Men[ge] an Roggen nur 6 284 199 t und an Weizen und Spelz nur 4 763 14[.] t verfügbar. Auf den Kopf der Bevölkerung entfielen damit 1921/22 [nur] 181 kg **Brotgetreide** oder **27 vH weniger** als 1913/14.

An Kartoffeln standen dem Verbrauch zur Verfügung:

1913/14	47 192 298 t
1921/22	20 747 128 t

Der **Verbrauch an Kartoffeln** auf den Kopf der Bevölkerung ist da[mit] von 700 kg auf 340 kg oder **um 51 vH zurückgegangen.**

Das Darniederliegen der Bautätigkeit.

Während der Rückgang im Verbrauch der lebensnotwendigen und [der] Luxusgüter die breite Masse ziemlich gleichmäßig trifft, sind durch [die] Wohnungsnot die neu begründeten Haushaltungen im besonderen [be]troffen. Die Herstellungskosten eines Kleinhauses von 350 m³ umbaut[en] Raumes sind von 6125 ℳ im Juli 1914 auf 25,2 Mill. ℳ im Februar 1[923] gestiegen. Bei einer Verzinsung und Tilgung des Anlagekapit[als] von nur 6 vH müßten also jährlich 1,5 Mill. ℳ (Februarstand) Miete [ge]zahlt werden, eine Summe, die mehr als die Hälfte des Jahresverdienst[es] eines Arbeiters verschlingen würde. Die Bautätigkeit ruht daher [zum] größten Teil. Während 1913 in 35 deutschen Großstädten der Rein[zu]gang an Wohnungen 55 431 betrug, konnten — und dies im wesentlich[en] auch nur mittels Um- und Ausbauten — im Jahre 1920 nur 18 901, [im] Jahre 1921 nur 21 273 und in den ersten drei Vierteljahren 1922 n[ur] 17 097 Wohnungen dem Bedarf zugeführt werden. In den letzten Monaten ist die Bautätigkeit fast gänzlich zum Stillstand gekommen. Die Wohnungsnot ist ins Ungeheure gestiegen. Der Gesamtbedarf an Wohnungen betrug für die Zeit von 1914 bis 1921 2 020 000. Dem steht für dieselbe Zeit ein Angebot (leere alte Wohnungen, durch Neu-, Auf-, Um- und Einbauten gewonnene Neuwohnungen) von 625 000 Wohnungen gegenüber. Es fehlen daher rd. 1 400 000 Wohnungen (Abb. 26).

Abb. 26. Wohnungsbedarf und Angeb[ot] im Deutschen Reich von 1914 bis 192[2]

Die Nivellierung der Löhne und Gehälter.

Das Darniederliegen des Verbrauchs erklärt sich damit, daß das

¹) Umgerechnet auf Gebietsumfang des Deutschen Reichs zu Ende Dezember 1922.

[Ar]beitseinkommen den Preisen nicht gefolgt ist. Dies zeigt sich zunächst beim [Arb]eitseinkommen, das sich immer mehr dem Existenzminimum nähert. Für ein Tageseinkommen erhielt der mittlere Beamte (Gruppe VII):

Lebensmittel	1913 kg	Dez. 1922 kg
Roggenbrot (freier Preis)	43,6	6,9
Kartoffeln	152,8	156,0
Schweinefleisch	7,9	1,7
Rindfleisch	7,0	3,0
Schweineschmalz	8,9	0,96
Zucker	27,2	10,4
Eier (Stück)	136	33
Milch (Liter)	50,5	14,7

Die Bezüge der qualifizierten Arbeiter, der mittleren und höheren Be[am]ten haben immer mehr die Tendenz, auf das Lohnniveau der am [nie]drigsten bezahlten Arbeitschichten herabzusinken. Das nahezu völlige [Ve]rschwinden der Spanne zwischen Vergütung für qualifizierte und un[qua]lifizierte Arbeitsleistung geht aus den Abbildungen 27 und 28 hervor.

[Be]amtengehälter in Deutschland und im Ausland.

Wohl am treffendsten wird z. B. die gänzlich unzureichende Bezah[lun]g der deutschen Beamten durch einen Vergleich mit den Gehältern [der] ausländischen Beamten beleuchtet, wenn sämtliche Gehälter auf [Gru]nd der amtlichen Lebenshaltungsindexziffern der betreffenden Länder, [als]o auf Grund der inneren Kaufkraft der einzelnen Währungen, auf [Go]ldmark gebracht werden (siehe auch Abb. 29).

Beamtengehälter in Deutschland, in der Schweiz und in Norwegen.

Länder	Lebenshaltungsindex [1]) Okt. 1922	Monatsgehälter Okt. 1922	Umrechnung in Friedenswert	Umrechnung in Goldmark [2])
Postschaffner				
[Deu]tschland	22 066	24 725 ℳ	112 ℳ	112 ℳ
[Sch]weiz	170	492 Fr	289 Fr	234 „
[Nor]wegen	246	391 Kr	159 Kr	179 „
Obersekretäre				
[Deu]tschland	22 066	36 428 ℳ	165 ℳ	165 ℳ
[Sch]weiz	170	663 Fr	390 Fr	316 „
[Nor]wegen	246	618 Kr	251 Kr	282 „
Regierungsräte				
[Deu]tschland	22 066	48 611 ℳ	220 ℳ	220 ℳ
[Sch]weiz	170	867 Fr	510 Fr	413 „
[Nor]wegen	246	1 038 Kr	422 Kr	475 „

Es ergibt sich dann, daß der deutsche Unterbeamte (Postschaffner) [ein]schließlich der sozialen Zulagen für die Ehefrau und zwei Kinder im [Ok]tober 1922 nur 112 ℳ zur Verfügung hatte, während z. B. der Schwei[zer] Unterbeamte 234 ℳ an Gehalt bekam. Der deutsche Beamte ist [als]o gezwungen, mit etwa der Hälfte des Einkommens der ausländischen [Be]amten und sogar noch weniger sein Leben zu fristen. In noch stärke[re]m Grade müssen die mittleren und oberen deutschen Beamten, deren [Ge]hälter nicht in gleichem Maße wie die der Unterbeamten erhöht wor[de]n sind, den Stand ihrer Friedenslebenshaltung herabdrücken. Der [de]utsche mittlere Beamte (Obersekretär) soll monatlich mit 165 ℳ aus[ko]mmen, während der entsprechende Schweizer Beamte 316 ℳ zu ver[zeh]ren hat. Der deutsche Oberbeamte (Regierungsrat) steht sich auf [220] Friedensmark monatlich, der entsprechende Schweizer Beamte be[zie]ht fast das Doppelte, der norwegische sogar mehr als doppelt so viel.

[1]) Friedensstand = 100. [2]) 1 Fr = 0,81 ℳ, 1 Kr = 1,125 ℳ.

Bei Umrechnung nach dem äußeren Wert der Währungen, also z. B. über Dollaragio, würde sich das Bild noch wesentlich zuungunsten der deutschen Beamten verschlechtern.

Die Bezüge der Mitglieder der interalliierten Kommissionen in Deutschland.

Die oben aufgeführte Gegenüberstellung zeigt, wie unbegründet und unhaltbar der verschiedentlich im Ausland gemachte Vorwurf ist, daß Deutschland seine Beamten zu gut bezahle. Noch eigenartiger aber nimmt sich diese Behauptung aus, wenn man den Gehältern, die Deutschland seinen eigenen Beamten zahlt, diejenigen Bezüge gegenüberstellt, die die Entente ihren in Deutschland lebenden Offizieren und Beamten — auf Kosten Deutschlands — gewähren zu müssen glaubt (Abb. 30). Die noch immer sehr zahlreichen Mitglieder und Angestellten der verschiedenen Kontrollkommissionen usw. erhalten nicht nur ihr volles Heimatgehalt in der Währung ihres Heimatlandes, sondern daneben auch noch besondere Verpflegungszulagen, die allein ein Vielfaches betragen von den Gesamtbezügen der ihnen im Rang gleichstehenden deutschen Militärpersonen und Beamten. Es bezogen nach dem Stand vom Oktober 1922 monatlich:

die interalliierten Kommissionsmitglieder an monatlichen Deutschland-Zulagen (neben Heimatgehalt und freier Unterkunft, die ebenfalls von Deutschland zu zahlen sind)	ℳ	die ihnen im Rang gleichstehenden deutschen Militärpersonen und Beamten an Gesamt-Diensteinkommen	ℳ
Der vorsitzende General	934 200	Generale, Staatssekretäre	122 515
Sonstige Generale, Obersten u. Oberstleutnants	688 275	Generalmajore, Präsidenten der höheren Reichsbehörden	81 320
Sonstige Obersten, Oberstleutnants und Majore im Range von Abteilungschefs	491 625	Obersten, Ministerialräte, Abteilungsdirektoren	61 985
Sonstige Majore und Kapitäne	442 575	Majore, Regierungsräte	42 267
Hauptleute, Leutnants und Unterleutnants	417 825	Hauptleute, Oberinspektoren	32 809
Feldwebel und Sergeanten	227 250	Feldwebel, Eisenbahnoberschaffner	19 771
Andere Unteroffiziere und Gemeine	137 700	Mannschaften, Eisenbahn-Schrankenwärter	14 606

Ein einfacher Soldat erhielt sonach allein an Deutschland-Zulagen — neben seiner Heimatlöhnung und neben freier Unterkunft — monatlich einen Betrag von rd. 140 000 ℳ, das ist mehr als das gesamte Gehalt eines deutschen Generals oder Staatssekretärs und annähernd ebensoviel wie das Oktobergehalt eines deutschen Reichsministers. Auch die übrigen Mitglieder und Angestellten der Entente-Kommissionen erhalten allein an Verpflegungszulagen fast durchweg das 10fache, zum Teil sogar mehr als das 10fache dessen, was die ihnen ranglich gleichgestellten deutschen Militärpersonen und Beamten an gesamtem Diensteinkommen beziehen.

Rechnet man zu den obengenannten Zulagen die Heimatbesoldung hinzu, die — ebenfalls auf Kosten Deutschlands — in der Heimatwährung der Kommissionsmitglieder gezahlt wird, und die beispielsweise für einen englischen General-Präsidenten 36 000 sh, für einen einfachen englischen Soldaten 1800 sh beträgt, so ergibt sich nach dem Kursstande von Anfang Dezember 1922 (1 £ = 37 443 ℳ) für einen englischen General-Präsidenten ein Jahresbetrag von

67 397 000 ℳ
+ 11 210 000 „ Deutschland-Zulage
insgesamt 78 607 000 ℳ

(neben den sehr erheblichen Kosten für die Unterkunft) in bar, also mehr, als die Gesamtbezüge des Reichspräsidenten, des Reichskanzlers, sämtlicher 12 Reichsminister und der 8 preußischen Minister, einschließlich

[A]bb. 27. Die Nivellierung der Löhne. (Verhältnismäßiger [Sta]hrlohn des gelernten Arbeiters gegenüber dem ungelernten Arbeiter.)

Abb. 28. Die Nivellierung der Gehälter. (Verhältnismäßiges Mehrgehalt des höheren Beamten gegenüber den unteren Beamten.)

Abb. 29. Beamtengehälter im Oktober 1922 in Deutschland, in der Schweiz und in Norwegen, und zwar für drei Gruppen (von links nach rechts), Postschaffner, Obersekretäre und Regierungsräte.

Abb. 30. Verpflegungszulagen der interalliierten Kommissionen und deutsche Gehälter im Oktober 1922.

ihrer Aufwandgelder, ausmachen; für einen einfachen englischen Soldaten ergibt sich ein Jahresbetrag von

3 370 000 ℳ	Heimatlöhnung
+ 1 652 000 „	Deutschland-Zulage
insgesamt 5 022 000 ℳ	in bar,

wozu noch die im einzelnen nicht festzustellenden Kosten für die Unterkunft kommen (Abb. 31).

Dagegen bezieht nach dem Stand von Ende November 1922 (auf das Jahr umgerechnet) beispielsweise der deutsche Reichskanzler

an Gehalt, Teuerungszulagen usw.	4 444 000 ℳ
davon ab Reichseinkommensteuer	1 407 000 „
Mithin Netto-Diensteinkommen	3 037 000 ℳ;
dazu Aufwandentschädigung (Repräsentationsgelder) . . .	600 000 ℳ
Zusammen . . .	3 637 000 ℳ;

ein deutscher Reichsminister bezieht:

an Gehalt, Teuerungszulagen usw.	4 030 000 ℳ
davon ab Reichseinkommensteuer	1 221 000 „
Mithin Netto-Diensteinkommen	2 809 000 ℳ;
dazu Aufwandentschädigung . . .	240 000 „
Zusammen	3 049 000 ℳ.

Abb. 31. Das jährliche Diensteinkommen im Jahre 1922 in Mill. M.

Renteneinkommen.

Noch viel stärker als das Arbeitseinkommen hat sich das Vermögenseinkommen vermindert. Das Renteneinkommen ist fast zu einem Nichts zusammengeschrumpft. Während im Frieden der breite Mittelstand aus den festverzinslichen Anlagen große Einnahmen zog, sind diese Einnahmen genau entsprechend der Geldentwertung zurückgegangen. Wenn Ende Dezember die Lebenshaltungskosten auf das 685fache gestiegen sind, so bedeutet das, daß auch die Renteneinnahmen a[us] festverzinslichen Papieren der inneren Kaufkraft nach auf wenig[er] als 1½ vom Tausend herabgegangen sind. In einer geradezu furchtbar[en] Lage befindet sich der infolge Alters oder Erwerbsunfähigkeit auf sei[ne] Einkünfte aus Zinsen angewiesene Personenkreis der Kleinrentner, d[er] nicht mehr in der Lage ist, die notwendigsten Lebensbedürfnisse [zu] bestreiten.

Ähnlich ist die Not bei Invaliden- und Altersrentnern der gese[tz]lichen Invalidenversicherung sowie bei Witwen und Waisen Versichert[er]. Trotz erheblicher Steigerung der Beitragsätze und hoher Staatszuschüs[se] sind die Renten weit hinter dem Nötigsten zurückgeblieben.

Bei den Kriegsbeschädigten und Kriegshinterbliebenen war es gleic[h]falls nicht möglich, die Rentenbezüge dem Fortschreiten der Teueru[ng] entsprechend zu erhöhen. Bei einem großen Teil der Schwerkrieg[s]beschädigten wird die Not durch einen gesetzlichen Einstellungszwa[ng] gemildert, der ihnen ein den Bezügen gesunder Arbeiter sich nähernd[es] Arbeitseinkommen verschafft. Solchen Kriegsbeschädigten und Krieg[s]hinterbliebenen, die wegen Krankheit, Alters und aus sonstigen Gründ[en] nicht mehr oder noch nicht im Erwerbsleben stehen, hat das Reich dur[ch] besondere Teuerungszuschüsse nach seinen Kräften zu helfen gesuch[t]. Im Genuß dieser Zuschüsse stehen gegenwärtig rd. 63 000 Krieg[s]beschädigte, 367 000 Witwen und 1 050 000 Waisen.

Dividendenertrag.

Auch das Dividendeneinkommen ist auf das stärkste zusamme[n]geschrumpft. Es hat sich zwar ein wenig der Geldentwertung a[n]gepaßt, aber, wie die folgende Überlegung zeigt, nur in ganz g[e]ringem Grade.

Die im Laufe des Jahres durchschnittlich gezahlte Dividende f[ür] die an der Berliner Börse notierten Aktienwerte betrug nach de[m] Stande von Ende Dezember 1922 nach einer einjährigen Durchschnitt[s]berechnung 25,50 vH, während im Geschäftsjahre 1912/13 die Dividende[n]ausschüttungen der deutschen Aktiengesellschaften (der reinen Erwerb[s]gesellschaften) 1332 Mill. Goldmark betrugen und eine 8,74prozentig[e] Verzinsung des dividendenberechtigten Nominalkapitals ausmachten. D[ie] Dividendenausschüttungen in Papier sind danach zahlenmäßig beträchtlic[h] höher als die Verzinsung in der Vorkriegzeit. Die Zurückführung d[er] Verzinsung auf ihren tatsächlichen Realwert ermöglicht aber erst eine[n] zutreffenden Vergleich mit 1913. Um diesen auf einheitlicher Goldbas[is] anstellen zu können, muß der seit 1913 eingetretene Kapitalzuwach[s] und die dadurch bedingte Erhöhung der gesamten Dividendensumme berücksichtigt werden.

Da das Gesamtkapital der deutschen Aktiengesellschaften a[m] 1. Januar 1922 sich auf 49,4 Milliarden ℳ belief, so kann die Höh[e] des dividendenberechtigten Aktienkapitals der reinen Erwerbsgesel[l]schaften auf rd. 50 Milliarden ℳ geschätzt werden. Wird für diese[s] Gesamtkapital eine Durchschnittdividende von 25,50 vH angenomme[n], so belaufen sich die Dividendenausschüttungen des Jahres 1922 a[uf] 12,25 Milliarden ℳ. In Goldmark sind diese 12,25 Milliarden ℳ (b[ei] einem durchschnittlichen Entwertungsfaktor der Mark von 1 : 500 i[n] den Monaten der Geschäftsabschlüsse) aber nur etwa 24,5 Mill. Gold[mark]. Das Dividendeneinkommen beträgt mithin im Jahre 1922 in Gol[d] weniger als 1/50 desjenigen der Vorkriegzeit.

Die Rentabilität der Industrie.

Es ergibt sich mithin, daß die ausgeschütteten Gewinne des In[]dustriekapitals außerordentlich gering sind. Die hohen Papierziffer[n], die lange Zeit nicht nur das Ausland, sondern auch das Inland geblende[t] haben, stellten sich als Scheingewinne heraus. Immer eindringliche[r] weisen daher jetzt in Deutschland einsichtige Bilanzkritiker darauf hi[n], daß die Industrie ihre Bilanzen in Goldmark aufstellen müßte. Da[nn] würde sich sofort zeigen, daß die wenigsten Unternehmungen wirklic[h] rentabel arbeiten, daß vielfach dort, wo Papiergewinne errechnet werden, in Wirklichkeit Verluste in Goldmark vorliegen. Die deutsche Wirt[]schaft lebt zum Teil von ihrer Vermögenssubstanz.

Der Kapitalschwund.

Die Geldentwertung entwertet zugleich alles nicht in Sachwerte[n] angelegte Vermögen; eine Neuauffüllung der entwerteten Vermögen is[t] unmöglich, weil die Einkommen sich nicht in vollem Umfange der Geld[]entwertung anpassen und daher keine Überschüsse zur Vermögensbildung abwerfen können. So sind in Preußen die Einlagen der Sparkassen vo[n] Ende 1913 bis Ende 1920 nur von 13,1 Milliarden Goldmark auf 29,6 Mil[]liarden Papiermark gestiegen, d. h. auf 2,1 Milliarden Goldmark (um[]gerechnet nach dem Großhandelsindex) = 16 vH der Vorkriegsspar[]einlagen gesunken. Seit 1920 hat sich das Sinken noch wesent[]lich verstärkt.

Abb. 32. Einlagenbestand der deutschen Sparkassen.

Im ganzen Deutschen Reich betrugen die Sparkasseneinlagen Ende 913 19,7 Milliarden Goldmark, Mitte 1922 dagegen nur 52,9 Milliarden apiermark oder 0,755 Milliarden Goldmark. Sie sind also auf 3,8 vH urückgegangen (Abb. 32).

Die Kreditoren bei deutschen Geldinstituten betrugen Ende 1913 twa 30 bis 35 Milliarden Goldmark, Ende November 1922 dagegen twa 800 Milliarden Papiermark, d. i. in Goldmark unter Zugrundelegung es Dollarkurses umgerechnet nur noch rd. 460 Millionen Goldmark. Hierei ist noch zu berücksichtigen, daß ein nicht unbeträchtlicher Teil ieser geringfügigen Summe ausländische Einlagen darstellt.

Die Not der Presse.

Die geistige Ausbildung und Fortbildung ist nur unter größten chwierigkeiten und Beschränkungen notdürftig aufrechtzuerhalten. Beeits das Halten einer Tageszeitung ist für viele Deutche nicht mehr u ermöglichen. Die Folge ist ein großes Zeitungssterben in Deutschland.

Nach den Berichten der Organisationen sind in der Zeit vom . Januar 1921 bis zum 1. Dezember 1922 243 Tageszeitungen ganz einegangen, 89 in anderen aufgegangen, 167 haben ihren Umfang erheblich beschränkt.

Die übrigen Tageszeitungen haben unter den schwierigsten wirtchaftlichen Verhältnissen um ihre Erhaltung zu kämpfen. Auf der inen Seite sinkt dauernd der Abonnentenstand und der Umfang des nseratenteiles, auf der andern Seite steigen Papier- und Druckpreise is Ungemessene. Der Abonnentenstand ist gegenüber der Friedenszeit m 25 bis 30 vH im Durchschnitt zurückgegangen, der Rückgang im nzeigenwesen beläuft sich bei den meisten Zeitungen auf 50 vH und arüber.

Die Not der Wissenschaft.

Geradezu trostlos ist die Lage der deutschen Wissenschaft. Uniersitäten, wissenschaftliche Institute und Laboratorien, Bibliotheken nd Sammlungen sind größtenteils nicht mehr lebensfähig, da dem Reich, en Ländern und Gemeinden die Mittel fehlen, diese Stätten der Wissenchaft und Kultur zu unterstützen. Sehr arg ist es um die wissenchaftlichen Veröffentlichungen bestellt. Alteingeführte Zeitschriften nüssen ihr Erscheinen einstellen, andern wieder ist es nur durch das atkräftige Eingreifen der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft nöglich, ihr Leben weiter zu fristen.

Entsprechend schlecht ist es um die Träger der Wissenschaft und Kultur bestellt. Sie leiden gleich allen andern qualifizierten Kräften inter einer kaum noch erträglichen Herabdrückung ihrer Lebenshaltung. Das ganze Staats- und Kulturleben ist in Gefahr, wenn dem Deutschen Reich nicht wieder die Möglichkeit gegeben wird, seinen geistig schafenden Bevölkerungsschichten die materiellen Voraussetzungen für die Lebensführung und wissenschaftliche Betätigung zu gewähren.

Der gesundheitliche Niedergang.

Gegen Ende des Krieges war der Gesundheitszustand des deutschen Volkes infolge der schweren Entbehrungen, die es mehr als vier Jahre ang ertragen mußte, und infolge der stetig zunehmenden Verschlechteung aller öffentlichen und privaten hygienischen Einrichtungen tief gesunken.

Die Sterblichkeit in Deutschlands Großstädten ist in den Jahren 1921 und 1922 von 12,6 auf 13,4 (Sterbefälle auf 1000 der Bevölkerung) gestiegen. Wenn sich die Todesopfer nicht noch stärker mehren, so beruht dies auf der bekannten Tatsache, daß Hunger und Not nicht sofort töten, sondern oft erst nach längerer, qual- und leidvoller Zeit das Ende herbeiführen. Die bekannten Erscheinungen, die sich zeigen, wenn ein Volk schwer vom steigenden Mangel an Lebensmitteln und sonstigen für den Lebensbedarf unentbehrlichen Gegenständen heimgesucht wird, treten wieder hervor. Hunger-, Erkältungs- und Schmutzkrankheiten stellen sich in gehäufter Zahl ein; es mehren sich die Anzeigen über Ödeme, Skorbut, Hautkrankheiten, Entkräftung, Magenleiden, Störungen des Nervensystems, Vergiftungen durch verdorbene Lebensmittel. Die Säuglingssterblichkeit wächst, in den Großstädten ist sie von 12,1 auf 12,8 (auf 100 Lebendgeborene) in den Jahren 1921 und 1922 gestiegen, und zwar trotz eines Rückganges der Geburten in der gleichen Zeit von 302 000 auf 285 000. Durchschnittlich 50 vH der schulpflichtigen Kinder sind unterernährt und blutarm und bleiben hinter dem Normalmaß in Wuchs und Entwicklung zurück. Spinale Kinderlähmung breitet sich aus. Die überaus ärmlichen Verhältnisse der Säuglinge und Kinder zeigen sich in der traurigen Tatsache, daß nicht selten die Mütter ihre Säuglinge in Papier eingewickelt nach den Fürsorgestellen bringen, daß Schulkinder oft ohne Unterwäsche, ohne Hemd, ohne Strümpfe zum Unterricht erscheinen.

Der Tuberkulose fielen während des Krieges Jung und Alt in vielen Tausenden zum Opfer. Seit dem Jahre 1922 hat die Tuberkulose nach dem übereinstimmenden Urteil der Ärzte mit neuer Kraft ihr Zerstörungswerk begonnen; die Ansteckungen mehren sich in beängstigendem Umfang. Namentlich unter der heranwachsenden Generation holt sich die Seuche wieder zahlreiche Opfer. Die Zahl der an Tuberkulose Gestorbenen ist in Preußen schon während der ersten neun Monate des Jahres 1922 höher als im gesamten vorangegangenen Jahr gewesen.

III. Die Wirkungen des Vertrages von Versailles auf das Ausland.

1. Die Weltwirtschaftskrisis.

Dem Deutschen Reich sind in den 4½ Jahren nach Abschluß des Waffenstillstandes Geld, Sachwerte, Bodenschätze und Menschenkraft in übergroßem Maße genommen worden. Andre Staaten eigneten sich diese an und glaubten, dadurch reicher zu werden und sich für die Kriegslasten entschädigen zu können. Das Gegenteil ist aber eingetreten. Die Eroberungen und Verträge haben den erhofften Wohlstand nicht gebracht. Die Industrie in den Ländern der militärischen Sieger im Weltkrieg liegt darnieder und weiß nicht, wo sie selbst die Erzeugnisse ihrer verminderten Produktion verkaufen soll. Millionen ihrer Arbeiter sind beschäftigungslos, die Rohstofflager füllen sich und warten auf Absatz, die aufgehäuften Nahrungs- und Futtermittelvorräte verfaulen, die Handelsflotte liegt zum großen Teil still in den Häfen, allenthalben herrscht eine schwere Wirtschaftskrisis, die Millionen und Milliarden verschlingt und die Siegesbeute zur größten Siegeslast macht. Und darüber hinaus ist die Krisis auch über die Wirtschaften der nicht unmittelbar am Krieg beteiligt gewesenen Länder hereingebrochen und hat dort in einem bisher unerreichten Umfang Wirtschaftsstockungen, Arbeitslosigkeit, Not und Elend erzeugt.

Was sind die Ursachen dieses Zustandes?

Die wirtschaftliche Entwicklung der Vorkriegzeit war gekennzeichnet durch die zunehmende Verflechtung der einzelnen Länder zu einer geschlossenen Weltwirtschaft. Die Austauschbeziehungen der Länder untereinander verzweigten und verfeinerten sich immer mehr. Wachsender Reichtum war die Folge. Durch den Krieg ist die weltwirtschaftliche Organisation der Völker schwer geschädigt worden. Der Abschluß des Friedens hätte die Möglichkeit geboten, systematisch an der Wiederaufrichtung der Weltwirtschaft zu arbeiten. Statt dessen haben die erzwungenen Friedensverträge, an der Spitze der Vertrag von Versailles, in vollständiger Verkennung weltwirtschaftlicher Zusammenhänge systematisch an der Vernichtung eines der wichtigsten Glieder des Weltmarktes, Deutschlands, gearbeitet. Bei der Vernichtung der deutschen Wirtschaft und der wirtschaftlichen Beziehungen des Deutschen Reiches wurde aber außer acht gelassen, daß Deutschland nur deshalb, weil es selbst Waren herstellte, die auf dem Weltmarkt flotten Absatz fanden, ein bedeutender Abnehmer von Weltmarktwaren sein konnte. Mit seinem Warenabsatz schuf es sich Kaufkraft, die den andern Ländern als Verkäufern zugute kam. Diese Kaufkraft Deutschlands hat der Vertrag von Versailles zerstört, und diese Kaufkraft Deutschlands fehlt heute auf dem Weltmarkt. Die unheilvollen Wirkungen, die der Vertrag von Versailles auf Deutschland ausübt, pflanzen sich daher zwangläufig auf das Ausland fort. Was nützt es den Siegern, daß sie aus dem reichen, kaufkräftigen Deutschland ein armes Land gemacht haben, das seinen Verbrauch aufs äußerste einschränkt? Sie haben einen ihrer besten Kunden verloren und dafür einen zahlungsschwachen Schuldner gewonnen.

2. Der Rückgang der Weltproduktion.

Die übersteigerte Einstellung der Weltwirtschaft auf den Heeresbedarf während des Krieges, die Zerreißung der weltwirtschaftlichen Verflechtung wichtiger Wirtschaftsgebiete während des Krieges und nach dem Kriege, die planmäßige Vernichtung der Kaufkraft großer Länder durch die erzwungenen Friedensverträge, insbesondere durch den Vertrag von Versailles, hatte eine Produktionskrisis von solcher Ausdehnung und Stärke im Gefolge, wie sie in der neueren Wirtschaftsgeschichte noch nicht zu verzeichnen war.

Wie tief die Krisis in den Produktionsgang der Länder eingegriffen hat, zeigt folgende Aufstellung des Produktionsrückganges für einige wichtige Waren in den Vereinigten Staaten von Amerika, England und Frankreich (s. a. Abb. 33).

1913: Frankreich, England, V. St. v. Amerika; 1921

100, 80, 60, 40, 20

Steinkohle, Roheisen, Stahl, Kupfer, Blei, Zink, Verbrauch an Baumwolle

Abb. 33. Der Produktionsrückgang 1921 gegenüber 1913.

Der Rückgang der Produktion im Jahre 1921 in vH der Produktion von 1913.

Erzeugnis	Großbritannien	Frankreich[1]	Ver. Staaten
Steinkohlen	43	37	13
Roheisen	74	62	46
Stahl	52	58	37
Kupfer	77	99	54
Blei	67	54	12
Zink	90	62	42
Baumwollverbrauch	52	52	12

3. Die Welthandelsflotte.

Die Welthandelsflotte war nach dem Kriege bedeutend größer als vorher, weit größer, als dem tatsächlichen Bedarf entsprach. Der Gesamtschiffsraum der Handelsflotten der Welt betrug im Jahre 1922 64 Mill. B.-R.-T. gegen nur 47 Mill. im Jahre 1913. Allein auf die Vereinigten Staaten von Amerika entfällt eine Zunahme von 12,6 Mill. B.-R.-T.

In den Ententestaaten hatte man sich gründlich auf den, wie man glaubte, mit aller Macht einsetzenden Welthandel vorbereitet; um Deutschland keinen Anteil daran zu lassen, wurde ihm der gesamte wertvolle Teil seiner Flotte genommen. Statt einer Zunahme des Welthandels kam aber, wie schon hervorgehoben, eine Weltkrisis. Der

Abb. 34. Die Handelsflotte der Welt in 1000 Br.-R.-T. (nach Lloyds Register).

Weltschiffsraum lag zeitweise bis zu einem Drittel und darüber beschäftigungslos in den Häfen. Deutschland aber hatte fast keine Schiffe mehr und mußte seine Zahlungsbilanz mit Ausgaben für Frachten belasten (Abb. 34). Während es früher als Gegenleistung für die Frachtdienste vom Ausland einen breiten Strom von Gütern empfing, muß es heute dem Ausland die Dienste mit Gütern bezahlen. Dadurch wird notwendigerweise wieder die Verbrauchskraft Deutschlands nicht nur für die Gegenwart, sondern auch für die Zukunft eingeschränkt.

4. Der Rückgang des Welthandels.

Der Weltaußenhandel mußte infolge der Weltwirtschaftskrisis erheblich an Umfang verlieren, wie sich schon aus dem Stilliegen der Handelsflotte ergibt (Abb. 35).

Die Wertzahlen, die in der Statistik der einzelnen Länder enthalten sind, lassen diese Entwicklung nicht klar erkennen, da sie die Entwertung der Währungen und die demzufolge eingetretenen Preisveränderungen nicht berücksichtigen.

Der englische Außenhandel.

So weist beispielsweise die englische Statistik folgende Zahlen über den Außenhandel auf (in Mill. £):

	1913	1920	1921	1922
Einfuhr	769	1933	1086	1004
Ausfuhr	525	1334	703	720

[1] 1913 einschließl. Elsaß-Lothringen.

Abb. 35. Die Entwicklung des Außenhandels in Frankreich, England und den Vereinigten Staaten. (1913 = 100 gesetzt.)

während bei einer Umrechnung unter Zugrundelegung des Großhande[illegible] index des „Economist“ sich folgende Zahlen ergeben:

	1913	1920	1921	1922
Einfuhr	769	687	600	630
Ausfuhr	525	475	387	452

Es geht aus den Zahlen hervor, daß die englische Ausfuhr no[illegible] weit von dem Stande im Jahre 1913 entfernt ist.

Der französische Außenhandel.

Ebenso irreführend sind die Wertzahlen der französischen Statisti[illegible] Nach dieser gestaltete sich der Außenhandel in den Jahren 1913, 192[illegible] 1921 und 1922 wie folgt:

	Menge in 1000 t				Wert in Mill. Fr.			
	1913	1920	1921	1922	1913	1920	1921	1922
Einfuhr	44 220	50 532	40 062	51 367	8421	49 905	22 068	23 9[illegible]
Ausfuhr	22 075	12 855	16 035	22 616	6880	26 895	19 773	20 6[illegible]

Mengenmäßig zeigt sich nach dem Krisenjahr 1921 wieder ei[illegible] starkes Anziehen sowohl der Einfuhr wie der Ausfuhr. Die Menge[illegible] von 1913 sind sogar erheblich überschritten. Irreführend sind die Zahle[illegible] deshalb, weil einerseits das französische Zollgebiet und damit die Pro[illegible]duktionsfähigkeit der Ausfuhrindustrie und deren Bedarf an Rohstoffe[illegible] durch die Einverleibung Elsaß-Lothringens erheblich vergrößert worde[illegible] ist, und weil anderseits die Gewinnung der Ein- und Ausfuhrzahle[illegible] nach verschiedenen Systemen erfolgt. (1913 geschätzt, Einfuhrzahle[illegible] 1921 und 1922 deklariert, Ausfuhrzahlen 1921 und 1922 geschätzt, un[illegible] zwar nach den Schätzungen für 1921.) Den in der Entwertung de[illegible] Franks liegenden Fehler der Statistik kann man einigermaßen dadurc[illegible] beseitigen, daß man die Wertzahlen mit Hilfe des französischen Groß[illegible]handelsindex umrechnet. Danach stellt sich der Außenhandel für di[illegible] vier Jahre wie folgt (in Mill. Fr):

	1913	1920	1921	1922
Einfuhr	8421	9805	6403	6957
Ausfuhr	6880	5284	5731	5983

Es zeigt sich, daß die Ein- und Ausfuhr zwar gegenüber 192[illegible] zugenommen, aber doch bei weitem noch nicht die Höhe von 1913 er[illegible]reicht hat, daß also der Außenhandel durchaus nicht die glänzende Entwicklung genommen hat, die aus den Mengen bzw. den Papierfrankbeträgen hervorzugehen scheint.

Der amerikanische Außenhandel.

Die Handelsstatistik der Vereinigten Staaten von Amerika liegt vollständig nur bis zum 21. September 1922 vor. Es sind durch das mit dem 22. September erfolgte Inkrafttreten eines neuen Zolltarifs, der Fordney-Bill, bedeutende Schwierigkeiten in der Aufarbeitung der Einfuhrstatistik entstanden. Die Gesamtausfuhr der Vereinigten Staaten stellte sich durchschnittlich monatlich wie folgt (in Mill. $):

	1913	1920	1921	1922 Jan./Sept.
Gesamteinfuhr	149,4	439,9	209,1	242,4
Dav. aus Europa überh.	72,1	102,3	63,7	75,8
„ „ Deutschland	15,4	7,4	6,7	9,3
Gesamtausfuhr	207,0	685,7	373,8	304,1
Dav. nach Europa überh.	125,0	372,2	197,0	163,9
„ „ Deutschland	29,3	26,0	31,0	26,1

Unter Berücksichtigung der Preisveränderungen in den letzten Jahren mit Hilfe des Großhandelsindex nach „Dun's Review“ ergibt sich jedoch folgendes Bild (Monatsdurchschnitt in Mill. $):

	1913	1920	1921	1922 Jan./Sept.
…infuhr	149,4	212,5	150,4	171,9
…usfuhr	207,0	331,3	268,9	215,7

Die Ausfuhr ist zwar auch dann noch im Jahre 1922 durchschnitt…ch etwas größer als im Jahre 1913. Gegenüber den Vorjahren ist aber …tsächlich ein außerordentlicher Rückgang eingetreten, hauptsächlich …folge des Ausfuhrrückganges nach Europa.

5. Die Arbeitslosigkeit in Deutschland und im Ausland.

Am schärfsten ist die Krisis, die über die Volkswirtschaften der …egerstaaten und auch der während des Krieges neutral gebliebenen …änder hereingebrochen ist, an der Ausdehnung der Arbeitslosigkeit …er Welt während der letzten Jahre zu erkennen.

Die Arbeitslosigkeit im Ausland.

Die riesenhafte Zunahme der Arbeitslosigkeit, die die diktierte …olitische und wirtschaftliche Liquidation des Weltkrieges zur Folge …atte, zeigen folgende Zahlenreihen. Es betrug die Arbeitslosigkeit …n vH der Gewerkschaftsmitglieder:

	1913	Juni 1921	Juni 1922	Dez. 1922
…n Deutschland	2,9	3,0	0,6	2,8
„ England	2,1	23,1	15,7	14,0
„ Belgien	2,7	9,9	2,6	1,4 (Nov.)
„ Holland	5,1	8,1	9,2	14,0
„ Schweden	4,4	27,7	20,9	21,7
„ Ver. Staaten (Massachusetts)	6,3	20,1	12,9	—

Bis zu 25 vH der Arbeiter waren demnach zeitweise in einzelnen …ändern arbeitslos. Diese Arbeitslosigkeit fällt mit ihrem Höhepunkt …oll in die Zeit der stärksten nachteiligen Einwirkung der wirtschaft…chen Zwangslage nach dem Kriege.

England hat für Notstandarbeiten, Arbeitslosenversicherung und …onstige Zwecke der staatlichen Arbeitslosenfürsorge bis Ende 1922 …d. 250 Mill. £ verausgabt und weitere 50 Mill. £ bereitgestellt. Das …rgibt zusammen einen Betrag von rd. 5½ Milliarden Goldmark, mit …em das englische Budget infolge der Arbeitslosigkeit belastet wurde. …Wäre Deutschland in der Lage gewesen, die Zahlungen nach dem Lon…doner Zahlungsplan bis Ende 1922 in voller Höhe zu leisten, so hätten …eistungen in einem Gesamtbetrage von ungefähr 5 Milliarden Gold…mark ausgeführt werden müssen. Englands Anteil an diesem Gesamt…betrage hätte 22 vH = 1,1 Miliarden Goldmark betragen. Die durch …en Friedensvertrag herbeigeführte Verarmung Mitteleuropas und wich…tiger anderer Teile der Welt brachte England die Arbeitslosigkeit und …amit um ein Vielfaches höhere Verluste, als ihm die Reparations…zahlungen auch im günstigsten Falle hätten je einbringen können.

Die Arbeitslosigkeit in Deutschland.

Für den tatsächlichen Umfang der Arbeitslosigkeit in Deutschland …ilden die Zahlen der bei den Arbeitsnachweisen sich um Arbeit be…mühenden Arbeitslosen einen Anhaltpunkt.

Stichtage 1922	Arbeitslose im Deutschen Reich nach d. Stichtagzählungen der Arbeitsnachweise	Stichtage	Unterstütze Vollerwerblose
4. Januar	263 383	1. Januar 1922	165 248
4. April	198 397	1. April „	115 845
5. Juli	142 925	1. Juli „	19 648
4. August	140 566	1. August „	15 137
5. September	150 505	1. September „	11 176
4. Oktober	178 900	1. Oktober „	16 678
9. November	212 638	1. November „	24 795
5. Dezember	259 700	1. Dezember „	42 860
19. „	276 871	1. Januar 1923	82 427

Diese Zahlen bleiben jedoch hinter der Wirklichkeit erheblich zu…rück, da bei weitem nicht alle Arbeitslosen den Arbeitnachweis auf…suchen, und da von den insgesamt 1300 Arbeitnachweisen nur etwa …die 800 wichtigsten an den Stichtagerhebungen beteiligt sind.

Der weitaus überwiegende Teil dieser Arbeitslosen erhält keinerlei …Unterstützung aus öffentlichen Mitteln, da die Bedingungen für deren Bezug so scharf gefaßt sind (Kriegsfolge, Bedürftigkeit, Dauer usw.), daß im letzten Vierteljahr nur etwa ein Zehntel der bei den Arbeitnachweisen vorsprechenden Arbeitslosen Erwerblosenunterstützung empfing. Die verbreitete Annahme, daß außer diesen unterstützten Vollerwerblosen Arbeitslose in Deutschland nicht vorhanden sind, ist also unzutreffend.

Wenn die Arbeitslosigkeit, wie sie sich nach den Zahlen der Übersicht darstellt, auch trotz dieser Darlegungen in Anbetracht der Bevölkerungszahl des Deutschen Reiches gering erscheinen kann, so ist zu bedenken, daß sie künstlich niedrig gehalten wird durch die starke Anwendung von Arbeitszeitverkürzungen, deren Umfang im ganzen mit Sicherheit zwar nicht angegeben werden kann, deren Zahl jedoch daraus, daß im November 1922 bei 38 Arbeiterfachverbänden mit 5,6 Mill. Mitgliedern insgesamt 430 341 Kurzarbeiter (d. h. 7,6 vH) gezählt wurden, für das ganze Reich auf mindestens 1 Million geschätzt werden kann. Eine versteckte Arbeitslosigkeit ergibt sich ferner aus der vorübergehenden Beschäftigung Arbeitsloser bei Notstandarbeiten. Am 28. April 1922 wurden insgesamt 40 659 bei Notstandarbeiten beschäftigte Personen gezählt.

Bei der Beurteilung der an sich niedrigen Arbeitslosenziffer Deutschlands ist aber auch zu berücksichtigen, daß in Deutschland heute Millionen von Menschen Arbeit leisten müssen, die früher nicht geleistet zu werden brauchte. Die Reparationslieferungen belasten den deutschen Produktionsapparat mit einer Unsumme von Arbeit, für die nichts bezahlt wird. Die dadurch bedingte Verarmung zwingt Deutschland, eine Menge von Waren, die es nach den Grundsätzen internationaler Arbeitsteilung aus dem Auslande beziehen müßte, selbst zu erzeugen. Durch diese volkswirtschaftlich ungesunde Produktion werden allerdings Millionen von Arbeitskräften in Deutschland beschäftigt, aber diese Arbeit ist im Grunde genommen „Notstandarbeit", und zwar Notstandarbeit im schlechtesten Sinne, sie ist letzten Endes verschleierte Erwerblosigkeit. Derartige verschleierte Erwerblosigkeit ergibt sich noch in vermehrtem Umfange dadurch, daß Deutschland einen ganz unverhältnismäßig großen Teil seiner Arbeitskraft preisgeben muß, um aus dem valutastarken Auslande die durch den Friedensvertrag entzogenen und für die Produktion unentbehrlichen Roh- und Hilfsstoffe einzuführen. Bei fortgesetzt fallender Valuta wird aber auch das immer weniger möglich, so daß bald die Zeit kommen muß, wo die versteckte Arbeitslosigkeit in unverhüllte Arbeitslosigkeit umschlägt.

6. Das Dumping.

Die von der Arbeitslosigkeit und Absatzstockung betroffenen Staaten glauben in der Absperrung ihrer Märkte vom ausländischen Wettbewerb ein Heilmittel gegen das Übel gefunden zu haben. Man geht dabei von der Erwägung aus, je weniger ausländische Waren die Verbraucher kaufen, um so größer ist die Aufnahmefähigkeit für inländische Produkte. Infolgedessen muß Einfuhrbeschränkung zu einer Belebung der Inlandproduktion und einer Verminderung der Arbeitslosigkeit führen. Die Erfolge, die mit diesem Mittel erzielt werden, sind geringfügig. Das hat seinen Grund darin, daß die Wirtschaftskrisis der hochvalutarischen Staaten gar nicht, wie man vielfach annahm, durch die übersteigerte Ausfuhr einiger niedervalutarischer Länder veranlaßt ist[1]).

Die Verschlechterung des Arbeitsmarktes in den valutastarken Ländern ist vielmehr durch das Absterben der Kaufkraft der valutaschwachen Länder verursacht. Ihre Kaufkraft ist nicht mehr stark genug, um die in den valutastarken Ländern erzeugten Waren aufnehmen zu können. Sie sind gezwungen, entsprechende Waren nach Möglichkeit im eigenen Lande herzustellen oder sie aus Ländern zu beziehen, von denen sie keine so weite Valutadifferenzen trennen, oder, und zwar bis an die Grenze der Verelendung und des Hungers, auf die betreffenden Güter zu verzichten. Demnach kann auch durch Antidumping-Maßnahmen, Einfuhrbeschränkungen und andere zollpolitische Vorkehrungen, keine wesentliche Hebung des Arbeitsmarktes in einem valutastarken Lande herbeigeführt werden. Die Lage ändert sich auch nicht durch eine reine Stabilisierung der Mark. Durch die Steigerung des Markkurses im Februar und März 1923 ist z. B. Mitte März die Valutaspanne völlig ausgeglichen. Das Preisniveau in Gold für Industriestoffe (1913/14 = 100) stellte sich nämlich in Deutschland am 15. März auf 154, das englische auf 159,6. Die Arbeitslosigkeit der Welt wird aber dadurch kaum geringer werden. Eine wirksame Besserung ist nur von einer Belebung der Kaufkraft der valutaschwachen Länder zu erwarten. **Dies ist aber nur auf dem Wege einer endgültigen und vernünftigen Lösung des gesamten Reparationsproblems möglich.**

[1]) Vergl. die deutschen Ausfuhrzahlen.

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt z. Zt. **3000.**

Die galvanischen Metallniederschläge und deren Ausführung (Galvanostegie und Galvanoplastik). Von H. Steinach und G. Buchner. 4. Aufl. bearb. von G. Buchner und A. Wogrinz. Berlin 1923, M. Krayn. 188 S. mit 87 Abb. Preis Gz. 5, geb. 6,5.

Technische Thermodynamik. Von Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle. 4. Aufl. 2. Bd. **Höhere Thermodynamik** mit Einschluß der chemischen Zustandsänderungen nebst ausgewählten Abschnitten aus dem Gesamtgebiet der technischen Anwendungen. Berlin 1923, Julius Springer. 509 S. mit 228 Abb. und 5 Tafeln. Preis geb. Gz. 15.

Atomabbau und Atombau, die physikalische Analyse des Atoms. Von Prof. W. Gerlach. Jena 1923, Gustav Fischer, 52 S. mit 3 Abb. Preis Gz. 2.

Die Transformatoren- und Schalteröle, die an sie zu stellenden Bedingungen und ihre Untersuchung. Herausgegeben von der Vereinigung der Elektrizitätswerke. Berlin 1923. 47 S.

Elektrolytische Metall-Abscheidungen, angewandte Elektrochemie (Galvanostegie und Galvanoplastik). Von G. Buchner. 2. Aufl. Berlin 1923, M. Krayn. 304 S. mit 10 Abb. Preis Gz. 7,5, geb. 9.

Elektro-Praktikum. Ratgeber für praktische Messungen an elektrischen Apparaten und Maschinen. Von Dipl.-Ing. W. Seibt. Leipzig 1922, Hachmeister & Thal. 121 S. mit 120 Abb.

Der Verfasser fordert Versuchspraxis auch von den Hilfskräften in der Elektrotechnik und erläutert im vorliegenden Werk 52 verschiedene Messungen an Hand übersichtlicher Schaltskizzen. Die einzelnen Aufgaben sind so gewählt, daß sie auch für Laboranten, Monteure und Elektro-Installateure wertvoll sind.

Kapazität und Selbstinduktivität in der Telegraphen- und Fernsprechtechnik. Von Oberpostrat F. Ambrosius. 2. Aufl. Leipzig 1922, Hachmeister & Thal. 165 S. mit 87 Abb.

Das Werk ist in erster Hinsicht für die mittlere Beamtenschaft der Reichs-Postverwaltung bestimmt und vermeidet aus diesem Grunde im Hauptteil die Differential- und Integralrechnung. Für solche Leser, die mit diesen Rechnungsverfahren vertraut sind, sind jedoch im Anhang einige Formeln entwickelt worden. Die klare Schreibweise des Verfassers und der reiche Inhalt des Werkes werden allen willkommen sein, die auf dem Gebiete der Wechselstromtheorie, der Kapazität und Selbstinduktivität, Rat suchen, da sie Messungen vorzunehmen haben und über die Verwendung der Kapazität und Selbstinduktivität in der Telegraphen- und Fernsprechtechnik Bescheid wissen müssen, ohne mit der mathematischen Seite des Stoffes hinreichend vertraut zu sein.

Der Fernsprech-Selbstanschlußbetrieb (Automatische Telephonie). Von Oberpostrat F. Ambrosius. Leipzig 1922, Hachmeister & Thal. 46 S. mit 31 Abb.

Der Fernsprech-Selbstanschlußbetrieb hat den großen Vorzug, daß er den Anruf und die Tätigkeit eines Beamten unnötig macht. Dieser Vorzug wird so hoch veranschlagt, daß eine ganze Reihe von Städten den vollautomatischen Betrieb eingeführt haben. Daneben hat man auch den halbautomatischen Betrieb verwandt mit Rücksicht auf die Tatsache, daß hierdurch die Leistungsfähigkeit der Beamtin ganz wesentlich erhöht wird. Der Verfasser erläutert den Werdegang und die Einrichtungen des Fernsprech-Selbstanschlußbetriebes in allgemeinverständlicher Art und bringt im Anhang eine eingehendere Erläuterung des Leitungsrichters an Hand einer Stromlaufskizze.

Erläuterungen zu den Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb elektrischer Starkstromanlagen einschließlich Bergwerksvorschriften und zu den Merkblättern für Starkstromanlagen in der Landwirtschaft. Im Auftrage des Verbandes Deutscher Elektrotechniker herausgegeben von Geh. Reg.-Rat Dr. C. L. Weber. 13. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 265 S. Preis Gz. 3,3.

Der praktische Installateur elektrischer Haustelegraphen und -telephone. Von F. Esche. 4. Aufl. bearbeitet von H. Loewe. Leipzig 1923, Hachmeister & Thal. 208 S. mit 225 Abb. und 8 Tafeln.

Das Werk ist gleichzeitig als Taschenbuch für den Praktiker und als Lehrbuch für den gebildeten Laien gedacht, der Auskunft über Einzelheiten häuslicher Signalanlagen, Leitungen, Läutwerke, Fernsprechanlagen, Treppenbeleuchtungen usw. sucht. Es liefert eine gute Beschreibung der Arbeitsweise derartiger Anlagen.

Volckmanns Kraftfahrer-Bibliothek, Bd. 8: **Leicht-Motorräder.** Von Ing. C. W. Vogelsang. Berlin 1923, C. J. E. Volckmann Nachf. G. m. b. H. 182 S. mit 90 Abb. und 2 Tafeln. Preis Gz. 3.

Da die früher viel gebrauchten schweren Motorräder für viele Fahrer im Preise unerschwinglich geworden sind, wendet man sich jetzt mehr den leichten Motorrädern zu. Das vorliegende Werk berücksichtigt dies, indem nur Maschinen bis höchstens 2½ PS Leistung gebracht werden. Der erste Teil handelt vom Motor und seinen Bestandteilen sowie von der Mischungsherstellung des Betriebsstoffes. Es folgt eine Beschreibung kennzeichnender Bauarten; einige Abschnitte handeln von Beleuchtung und Zubehörteilen. Einige gesetzliche Bestimmungen über den Kraftverkehr beschließen das Buch.

Handbuch der Fräserei. Von E. Jurthe und O. Mietzschke. 6. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 334 S. mit 351 Abb. Preis geb. Gz. 9.

Die Bagger und die Baggereihilfsgeräte, ihre Berechnung und ihr Bau. Von Reg.- u. Baurat M. Paulmann und Reg.-Baumeister R. Blaum. 1. Bd.: Die Naßbagger und die dazu gehörenden Hilfsgeräte. 2. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 281 S. mit 598 Abb. und 10 Tafeln. Preis geb. Gz. 21.

Georg von Siemens. Von K. Helfferich. 3. Bd. Berlin 1923, Julius Springer. 403 S. mit 1 Bild. Preis Gz. 12,5, geb. 14.

ANGELEGENHEITEN DES VEREINES.

Geschäftsbericht 1922/23 des Vereines deutscher Ingenieure.

Der Geschäftsbericht der Direktoren 1922/23 ist in den VDI-Nachrichten[1]) veröffentlicht worden. Ausgehend von dem Gedanken, daß die Hoffnung auf eine im Lager unserer Gegner im Weltkriege Platz greifende Erkenntnis von der Unerläßlichkeit der Mitarbeit Deutschlands am Wiederaufbau sich leider als trügerisch erwiesen hat, wird auf die neue Vergewaltigung des Ruhrgebietes durch die Franzosen, die sich durch ihren Einbruch zu dem in ihrem Lande vorhandenen Erz die Kohle sichern wollen, hingewiesen. Als Hauptaufgabe wird das Bedürfnis gekennzeichnet, daß die Technik in gemeinsamer Arbeit mit der Landwirtschaft daran arbeiten möchte, die Ausnutzung unseres vaterländischen Bodens so zu steigern, daß die 20 Millionen Menschen in Deutschland, für die heute noch landwirtschaftliche Erzeugnisse eingeführt werden müssen, aus eigener Scholle ernährt werden können. Das Bewußtsein, auf eigene Kraft bauen zu müssen, wird unsere Entschlossenheit, die Wirtschaftlichkeit unsrer Gütererzeugung auf allen Gebieten zu heben, weiterhin steigern und stärken. Der V. d. I. wird der hierauf gerichteten technisch-wirtschaftlichen Gemeinschaftsarbeit erhöhte Aufmerksamkeit widmen und das geistige Erbe, das er von seinen Vätern übernommen hat, wahren und mehren.

Die infolge der Erhöhung der Mitgliedbeiträge befürchtete Abnahme unsrer Mitgliederzahl ist, wie aus den veröffentlichten Zahlen hervorgeht, nicht zur Tatsache geworden. Im Gegenteil: das Jahr 1922 weist die größte Steigerung in der Mitgliederzahl auf. Allerdings hat sich auf der andern Seite wegen der unsteten Verhältnisse ein nennenswerter Überschuß aus der Jahresrechnung nicht ermöglichen lassen.

Weiter bringt der Bericht die folgenden Hinweise auf die literarischen Unternehmungen des Vereines, auf das geistige Leben in den Bezirksvereinen und die mit dem V. d. I. in Verbindung stehenden Ausschüsse und Gesellschaften.

In der VDI-Zeitschrift machte die große Zahl von Neuerungen, die infolge der gewaltigen Ausdehnung der Technik regelmäßig verfolgt werden müssen, eine Beschränkung des Umfanges der einzelnen Aufsätze notwendig. Einen Ausgleich für die gebotene Zusammendrängung der Behandlung bieten die in neuerer Zeit häufiger erscheinenden Fachhefte. Von dem bisherigen Inhalt der Zeitschrift losgelöst und in die VDI-Nachrichten übergegangen sind die Mitteilungen des Gesamtvereins und der Bezirksvereine. In den „Nachrichten" werden ferner in der Hauptsache technische Neuerungen angedeutet, auch wird durch regelmäßige Bekanntgabe der neuesten Entwicklung in der Preisgestaltung der wichtigeren Rohstoffe und Erzeugnisse der in der VDI-Zeitschrift erscheinende Wirtschaftsbericht wertvoll ergänzt. In der Zeitschrift „Maschinenbau", die aus der Zeitschrift „Der Betrieb" hervorgegangen ist, werden in getrennten Abteilungen Gestaltung, Betrieb und Wirtschaft im Zusammenhang mit dem Maschinenbau behandelt. Der auf die Wirtschaft bezügliche Teil erscheint unter verantwortlicher Schriftleitung des Geschäftsführers des Vereines Deutscher Maschinenbau-Anstalten.

[1]) Nr. 17a und 18a.

Die in andre Fachgebiete schlagenden Arbeiten werden in den folgenden Fachzeitschriften veröffentlicht: Technik und Wirtschaft, Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, Zeitschrift für Metallkunde, Technik in der Landwirtschaft, Archiv für Wärmewirtschaft. In Ergänzung des veröffentlichten Geschäftsberichtes sei hier noch erwähnt, daß auch das Unternehmen der Technischen Zeitschriftenschau trotz der damit verknüpften Opfer wegen der Bedeutung, die ein fortlaufender Nachweis der technischen Literatur für die Allgemeinheit hat, fortgeführt worden ist.

Alle Zeitschriften erfreuen sich eines ansehnlichen Leserkreises und einer wachsenden Beachtung in ihren Fachkreisen.

Die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Betriebsingenieure umfaßt gegenwärtig 30 Ortsgruppen. Vortragsreihen über „Austauschbau" und „Spanabhebende Werkzeuge in der mechanischen Industrie" wurden durchgeführt. Die Betriebstechnische Ausstellung wurde im Berichtsjahr in einer ganzen Anzahl von Orten gezeigt. Die Arbeitsgemeinschaft Technik in der Landwirtschaft hat eine Anzahl technischer Vorbereitungs- und Unterrichtskurse begonnen, die günstige Aufnahme gefunden haben. Sie können als ein sicherer Beweis eines steigenden Interesses der Landwirtschaft für technische Einrichtungen angesehen werden.

Ferner wird über die Arbeiten des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen und des Normenausschusses der Deutschen Industrie ausführlich berichtet.

Die jahrelangen Bemühungen des Vereines deutscher Ingenieure, jungen Ingenieuren die Laufbahn der höheren Verwaltungsbeamten gleichberechtigt neben den Juristen zu eröffnen, haben zwar bis jetzt noch keinen greifbaren Erfolg gehabt. Mehr und mehr wird jedoch auch in den dem Ingenieurberuf fernstehenden Kreisen anerkannt, daß die Auswahl des Nachwuchses der höheren Verwaltungsbeamten auf eine breitere Grundlage gestellt werden muß.

Auf dem Gebiete des Dampfkesselwesens ist eine Änderung insofern eingetreten, als sich die Besitzer der großen Kesselanlagen zu einer besonderen Vereinigung zusammengeschlossen haben, mit dem Zweck, neben den Blecherzeugern, Kesselherstellern und Kesselüberwachern an der Sicherung der Kessel und des Kesselbetriebes mitzuwirken. Die Deutsche Dampfkessel-Normenkommission, deren Geschäftsführung beim V. d. I. liegt, ist in einer Umgestaltung begriffen. Neben den genannten Gruppen werden auch die Behörden durch stimmberechtigte Mitglieder vertreten sein. Die Beschlüsse der Kommission sollen bei kurzfristigem Einspruchsrecht der Behörden Gesetzeskraft erlangen.

Die Ausschüsse für Leistungsversuche an Dampfanlagen und an Kompressoren und Ventilatoren, von denen umfangreiche Vorarbeiten bereits vorliegen, konnten die Schlußberatungen noch nicht erledigen.

Für die Wohlfahrteinrichtungen: Ingenieurhilfe, Ehrensold, wurden Sammlungen veranstaltet, die größere einmalige Unterstützungen an Bedürftige und eine Vermehrung des Grundstockes der Stiftungen ermöglichten.

Aus allen Mitteilungen geht die rastlose Arbeit auf den weitverzweigten Arbeitsgebieten des Vereines deutlich hervor. [M 424]

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 21 SONNABEND, 26. MAI 1923 BD. 67

Glastechnik.

INHALT:

Die Grundlagen des Fortschritts in der Glasindustrie.

Von Dr. Gustav Keppeler, Professor an der Technischen Hochschule Hannover.

Im Rahmen einer Übersicht über die Gesamtentwicklung der Glastechnik, über ihre Arbeitsverfahren, ihre vielfältigen Aufgaben und Ziele erörtert der Verfasser den Einfluß der Wissenszweige, die der Förderung der Glasindustrie besonders zu dienen berufen sind, nämlich der Feuerungstechnik, der Maschinentechnik, der Chemie und Physik. In diesem Sinne werden behandelt: Hohlglas, Tafelglas, Spiegelglas, die Auswahl und Verarbeitung der Rohstoffe, das Färben des Glases, die Beeinflussung seiner Eigenschaften, wie Härte, Festigkeit, Elastizität, Ausdehnung, Wärmeleitfähigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe und schroffe Temperaturänderungen sowie die Schaffung der neuzeitlichen Sonderglasarten. Zum Schluß wird die Notwendigkeit einer planmäßigen Gemeinschaftsarbeit innerhalb der deutschen Glasindustrie betont.

Die Arbeitsverfahren der Glasindustrie sind in ihren Einzelzweigen recht verschiedenartig, doch ist beinahe allen Teilen dieser Industrie der Hauptvorgang gemeinsam, daß die festen Rohstoffe in hoher Temtur zu einer einheitlichen klaren Schmelze geschmolzen den und daß der mehr oder weniger abgekühlte und urch steifer gewordene Schmelzfluß in die gewünschte m gebracht wird. Das Niederschmelzen des Glases erfordert ohe Temperaturen, wie sie nur wenige andere Industrien für Durchführung ihrer Arbeitsvorgänge nötig haben. Daraus bt sich, daß für die Glasindustrie die Feuerungstech von ganz besondrer Bedeutung ist.

An das Schmelzen des Glases schließt sich die Formgebung, in frühern Jahrhunderten ganz auf die Geschicklichkeit des smachers gegründet war, nun aber mehr und mehr durch chinelle Einrichtungen bewältigt wird. Die Maschinenhnik hat in den letzten Jahrzehnten in der Förderung dieser eitsweise große Erfolge erzielt. Sie wird die Einrichtungen den bereits eroberten Gebieten vervollkommnen müssen und d sich Teile der Glasindustrie, die vorläufig der Maschineneit nicht zugänglich sind, erschließen.

Am vielseitigsten aber sind die Veränderungen, die die stoffen Eigenschaften des Glases betreffen. Hier sind es die emie und Physik, die manche Erfolge gebracht haben die weitere Arbeit führend beeinflussen müssen. Mag die shüttentechnik auch manche Berührungspunkte mit dem Me- und Eisenhüttenwesen haben, so ist doch die Veränderlich- der Zusammensetzung des Glases und damit die Wandlungslichkeit seiner Eigenschaften sehr viel größer, als die eines alls und seiner Legierungen. Die Wissenszweige, die der derung der Glasindustrie besonders zu dienen berufen sind, also die Feuerungstechnik, die Maschinentechnik, die Chemie die Physik. Ihr Einfluß auf die bisherige Entwicklung und die unftsaufgaben, die ihrer warten, seien im folgenden näher achtet.

Feuerungstechnik.

Die technische Glasschmelze vollzieht sich im allgemeinen Temperaturen, die zwischen 1200 und 1500 ° C liegen. Das eben, das jede technische Entwicklung zeigt, zur Beherrschung ner größerer Massen überzugehen, fand in der Glasindustrie Hemmung, so lange die Heizung der Öfen auf die unmittele Verwendung fester Brennstoffe angewiesen war. Die Einrung der Gasfeuerung in die Glasindustrie durch iedrich Siemens um die Mitte des vorigen Jahrhunderts von grundlegender Bedeutung. Alle andern Fortschritte in Glasindustrie sind nicht denkbar ohne die Gasfeuerungen. Vor allem hat ihre Einführung gestattet, von dem unterbrochen betriebenen Hafenofen, bei dem also in einzelnen Schmelzgefäßen von beschränkter Größe die Glasschmelze vollzogen wurde, zur ununterbrochen betriebenen Wanne überzugehen, bei der auf dem einen Ende die Rohstoffe dauernd aufgegeben werden und am andern Ende das fertige Glas zur Verarbeitung entnommen wird. Mit dieser Schöpfung ist gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit gewachsen, insofern als die Wiedergewinnung eines Teiles der Abhitze in Wärmespeichern und Gegenstromaustauschern möglich wurde. Aber so viel durch diese Einrichtungen gewonnen ist, ebenso viel ist noch zu erstreben.

Die Wärmewirtschaft des Glasschmelzofens ist selbst in den besten Betrieben noch nicht vollkommen, und in vielen Betrieben läßt dazu die Handhabung der vorhandenen Einrichtungen sehr zu wünschen übrig. Nur allmählich führt sich eine bessere Überwachung des Ofenbetriebes ein, bei der die jetzt allein giltige Erfahrung durch objektiv und zahlenmäßig messende Geräte ergänzt wird. Dabei wird übersehen, daß das richtige Arbeiten des Ofens nach zwei Seiten von größter Bedeutung ist. Die Feuerung soll den höchsten Grad der Wärmeausnutzung bringen. Sie soll aber auch den im Ofen durchgeführten Schmelzvorgang zur Vollkommenheit entwickeln helfen.

Eine Verbesserung der Ofenkonstruktionen ist aber nur möglich, wenn die im Betrieb befindlichen Einrichtungen in ihrer ganzen Wirkungsweise genau erforscht sind. Man weiß nur, daß ein verhältnismäßig sehr geringer Anteil der aufgewandten Wärmemenge der eigentlichen Glasschmelze dient. Wieviel davon durch Strahlung und durch Abhitze verloren geht, ist zahlenmäßig nicht genau bekannt. Durch Erfahrung hat man erkannt, daß mit der Steigerung der Ofengröße die Leistungsfähigkeit unverhältnismäßig wächst und gleichzeitig der Brennstoffaufwand stärker, als zu erwarten ist, zurückgeht. Wenn auch die Ursache dieses Verhaltens darin zu suchen ist, daß der Hauptverlust der Glasöfen durch Strahlungsverluste bedingt ist und daß diese beim großen Ofen, bei dem die Oberfläche weniger rasch als die Durchsatzmenge wächst, weniger in Erscheinung treten, so ist damit noch wenig gewonnen; denn für den Übergang zu größeren Einheiten fehlen wieder meist die Grundlagen für den Ofenbau. Das Studium am Einzelofen nützt hier wenig, nur die Zusammenfassung und kritische Bearbeitung vieler in der Industrie benutzter Konstruktionen kann hier die Klarheit schaffen, die für einen raschen und allgemeinen Fortschritt notwendig ist.

Dasselbe gilt für Ofenarten, die nicht der Glasschmelze, sondern der weitern Bearbeitung des Glases dienen, für die sogenannten Kühlöfen, ferner für die Hilfsöfen zum Brennen und Antempern der feuerfesten Erzeugnisse. Es war deshalb ein glück-

licher Gedanke, daß das von wenigen weitschauenden Glasindustriellen empfundene Bedürfnis zu einem Zusammenschluß der überwiegenden Anzahl der deutschen Glasfabriken zur Erforschung dieser Fragen geführt hat, der in der Begründung der Wärmetechnischen Beratungsstelle der deutschen Glasindustrie in Frankfurt a. Main seinen Ausdruck findet. Ihr rühriger Leiter, Herr Dr.-Ing. H. Maurach, behandelt eingehend auf S. 517 dieses Heftes die besondern Aufgaben, welche die Feuerungstechnik in der Glasindustrie findet[1]). Hier genügt es, zu betonen, daß nur das Zusammenarbeiten aller Kräfte, vor allem die innige Durchdringung der Feuerungstechnik mit wissenschaftlichen Verfahren, in der Lage ist, die deutsche Glasindustrie in ihrem Wettkampfe mit den rasch vorwärts strebenden Industrien des Auslandes erfolgreich bestehen zu lassen.

Maschinentechnik.

Die Hauptaufgaben, welche die Maschinentechnik in der Glasindustrie findet, liegen auf dem Gebiete der Gestaltung des Glases. Der plastische Zustand der etwas abgekühlten Glasschmelze ermöglicht es, sie in tausend und abertausend Formen zu bringen. Alle diese Formen wurden ursprünglich auf dem Wege des Blasens erzeugt, nicht nur die Bierflasche, der Champagnerkelch, sondern auch die Butzenscheibe unserer Vorfahren, wie der Spiegel an der Wand. Die erste Abweichung von dieser Arbeitsweise war der Übergang zum Guß von großen Glastafeln, der die Grundlage der Spiegelglasherstellung ist.

Hohlglas.

Das Blasen des Glases setzt eine erhebliche Geschicklichkeit des Arbeiters voraus, verlangt Fähigkeiten, die in einem Arbeiterstamm erst in Menschenaltern entwickelt werden. Daher kommt es, daß, noch mehr als andere Industrien, die Glasindustrie fest an bestimmte Standorte gebunden ist. Für Länder mit jungen aufstrebenden Industrien lag aber in diesem Umstand ein Hemmnis für die Schaffung einer wertvollen Glasindustrie. Solche Länder leiden auch meist an einem allgemeinen Arbeitermangel, der die Löhne über das Normale hinauf treibt. Das ist dann der Boden, auf dem der Ersatz menschlicher Arbeitskraft durch die Maschinen mit zwingender Notwendigkeit erwächst, und das sind auch die Umstände, die es veranlaßt haben, daß gerade die neue Welt in der Schaffung von maschinellen Verfahren für die Gestaltung des Glases besonders arbeitsam und erfolgreich war. Der neuzeitlichen Entwicklung weit vorauseilend, hat man vor nahezu 100 Jahren (1827)[2]) in Amerika begonnen, einfache Hohlgefäße durch Pressen zu erzeugen, und damit das Preßglas geschaffen, das sich aber bei den Hohlgefäßen immer auf Formen beschränken mußte, deren Öffnung weiter als der übrige Körper war (Schalen, Becher usw.). Eine sehr viel größere bedeutungsvolle Aufgabe erwuchs aber der Maschinentechnik in dem Bestreben, Flaschen durch die Maschine erzeugen zu lassen. Das Ziel ist nicht auf einmal erreicht worden, es hat Jahrzehnte gedauert, bis es gelang, im Wettkampf mit dem deutschen und belgischen Glasbläser von einer Maschine Millionen von Flaschen selbsttätig erzeugen zu lassen. Auch europäische Erfinder — in England Ashley (1886), in Frankreich Boucher (1895), in Deutschland Severin (1902) — haben an der Bearbeitung dieser Aufgabe teilgenommen, um so mehr, als auch hier die Löhne in den letzten Jahrzehnten vor dem Kriege doch erheblich wuchsen, und um so mehr, als der Verbrauch an Flaschen in allen Ländern der Erde sehr stark zunahm. Aber alle Einzelleistungen wurden in den Schatten gestellt von Owens in Toledo (1899), der vor allem die Kernfrage, die selbsttätige Entnahme der für eine Flasche notwendigen Glasmenge aus dem Schmelzgefäß dadurch glänzend löste, daß er das Glas von einer Vorform selbst aus dem Schmelzgefäß ansaugen und sogleich das Mundstück bilden ließ. Aber auch alle weiteren Stufen der Fertigstellung, das Weiterblasen und Auswerfen, sind bei ihm in mustergültiger Weise gelöst worden[3]).

Tafelglas.

Eine weitere, die Glastechniker seit Jahrzehnten bewegende Frage ist die maschinelle Herstellung des Fensterglases. Die Herstellung durch Handarbeit besteht darin, daß der Arbeiter eine größere Menge Glas zu einer zylindrischen Walze aufbläst, so groß, wie sie sich irgend von Hand und Arm an der „Pfeife" beherrschen läßt. Der zylindrische Teil dieser Walze wird aufgeschnitten und nach erneutem Erweichen im Streckofen zu einer ebenen Tafel ausgeglättet. Unter den Verfahren, die im Laufe der Jahrzehnte ausgebildet worden sind, um diese dünnen Glastafeln auf maschinellem Wege zu erzeugen, schließt sich am engsten an die Handarbeit das Verfahren von Sievert (1901)[4]) an, bei dem nur die maschinellen Hilfsmittel benutzt werden, um die geblasenen Walzen von sehr viel größerer Ausdehnung herzustellen. Alle Handgriffe, die der Bläser vollzieht, sind nur [...]trischen Vorrichtungen anvertraut, die ein Arbeiter von e[...] Stand aus steuert. Das Verfahren ist zu voller technischer Bra[...]barkeit vor dem Krieg entwickelt gewesen und enthält eine [...]summe von Erfindungsgeist und sorgfältigster technologis[...] Beobachtung. Aber der enge Anschluß an den Werdegang, [...] das Fensterglas in der Handarbeit erfährt, hemmt die volle [...]zeugungsmöglichkeit, und neuere Verfahren sind ihm so [...] überlegen, daß die Lebensarbeit Sieverts im Augenblicke, [...] ihre volle Frucht reifte, bereits von andern Erfindern, die [...]selben Ziele zusteuerten, überholt war.

Früher als Sievert waren ein amerikanischer Erfinder L[...]bers und seine Nachfolger zum Erfolge gekommen. Auch Lub[...] war der Ansicht, daß es notwendig sei, sich bei der Überfüh[...] der weichen Glasmasse in eine ausgedehnte Fläche als Zwisc[...]stufe des Zylinders zu bedienen. Immerhin aber ging er [...] vornherein darauf aus, die Zylinder in einer Richtung sehr [...] mehr auszudehnen, als dies Sievert beim reinen Blasverfa[...] konnte, indem er aus der weichen Glasmasse unter dauern[...] Einblasen von Luft den Zylinder in die Höhe zog. Der aus [...] weichen Glas herausgezogene Zylinder festigt sich durch die [...]kühlung und steht schließlich wie ein hoher dünnwandiger T[...] über dem Hilfshafen, aus dem er gezogen ist. Dieses Verfah[...], das in Amerika zu großer Entwicklung kam, war nicht nur u[...] amerikanischen, sondern auch unter europäischen Verhältni[...] wettbewerbfähig, aber die Beschaffenheit des Glases war n[...] dauernd von der gleichen Güte, wie das vom Arbeiter geblasene [...] die Wanddicke etwas wechselte und infolgedessen das Glas [...] wellig erschien. Auch die Erzeugungsfähigkeit ist beschrä[...], weil sie immer noch auf der Herstellung eines einzelnen, [...] auch in seinen Abmessungen gegen die Handarbeit um das [...]fache vergrößerten Zylinders beruht. Die Überführung d[...] großen Zylinder in die Planfläche, das Abnehmen aus der Z[...]maschine, das Zerlegen in kürzere Zylinder, das Aufspren[...] dieser Walzenteile, das „Strecken", erfordert noch eine recht gr[...] Anzahl von gelernten Arbeitern, die namentlich in Ländern h[...] Löhne den Herstellungspreis ungünstig beeinflußt.

Die Leistungsfähigkeit eines Verfahrens mußte ganz er[...]lich wachsen und der Arbeiterbedarf sich erheblich mind[...], wenn es gelang, das Tafelglas in der Form eines breiten, endlo[...] Bandes unmittelbar aus dem Schmelzgefäß zu ziehen. Aber wie [...] allen mechanischen Glasverarbeitungsverfahren war auch hier [...] Kern der Aufgabe, das Glas in geeigneter Form und geeigne[...] Zustand unmittelbar aus dem Schmelzgefäß zu entnehmen. [...] geschmolzene Glas hat eine syrupartige Beschaffenheit. Ta[...] man etwa einen Stab ein, so kann man mit diesem einen der Di[...] des Stabes entsprechenden Stab herausziehen. Legt man den S[...] wagerecht in die Oberfläche, so daß er seiner ganzen Länge n[...] den Syrup berührt, so zieht man, wenn man ihn hebt, ein B[...] der flüssigen Masse heraus, das beim Glase bei entsprechen[...] Entfernung von der Schmelzwanne und der dadurch hervor[...]brachten Abkühlung allmählich erstarrt. Aber wie beim Sy[...] zeigt sich auch hier die Erscheinung, daß sehr bald das Band a[...]hört, die der Stablänge entsprechende Breite zu haben. Das eig[...] Gewicht und die Oberflächenspannung schnüren das Band m[...] und mehr ein, bis es als Faden abreißt. Diese Schwierigkeit [...] überwinden haben Fourcault in Belgien und Colburn [...] Amerika in zäher Erfinder- und Forscherarbeit versucht.

Fourcault (1903) benutzte erfolgreich einen feuerfes[...] Schwimmer, in dem ein dem Querschnitt des zu ziehenden Gl[...]bandes entsprechender Schlitz angebracht ist. Der Schwimm[...] ist so gebaut, daß die Oberkante des Schlitzes etwas tiefer [...] die Oberfläche des geschmolzenen Glases liegt, so daß [...] hydrostatische Druck des Glases dauernd durch den Schlitz [...] Glasband dem abgezogenen Glasband nachfließen läßt. C[...]burn (1903) hat durch Haken, die sich am Rande des zu zieh[...] den Glasbandes bewegten und das zur Verjüngung neigende G[...] in die Breite zogen, die Aufgabe gemeistert. Die weit[...] Entwicklung in Amerika ist, auf diesen Arbeiten fußend, weit[...]geschritten und hat in der Fensterglasziehmaschi[...] von Libbey-Owens einen vollen Erfolg gehabt. Bei die[...] Maschine wird die Glasplatte durch zwei mit Wasser gekü[...] Walzen, die sich unmittelbar über der Glasoberfläche befind[...] aus dem Glas herausgezogen und dauernd in gleicher Breite [...]halten. Die durch das Walzen auftretenden Rauhheiten der Ob[...]fläche werden durch nachträgliche „Feuerpolitur" weggenomm[...]. Während bei Fourcault die entstehende Glastafel senkrecht [...] die Höhe wandert, wird sie bei Colburn, so auch bei Libbey-Owe[...] noch im weichen Zustand in die Wagerechte umgebogen u[...] wandert so, sich allmählich abkühlend, durch den langen Kü[...]kanal. Eine solche Maschine gleicht einem Zauberstrom, der [...]unterbrochen fließend den an einem Ende eingeworfenen Rohst[...] zum klaren Glas schmilzt, dieses in ein endloses breites Ba[...]formt und es schließlich als fest gewordene Glastafel unun[...]brochen auf den Abnehmetisch, den „Merry-go-round" schiebt, u[...] dies alles mit dem geringsten Aufwand von Überwachungs- u[...] Bedienungsmannschaft.

Während man es vor dem Krieg als eine sehr beachtlic[...] Leistung ansah, wenn eine solche Maschine 2000 m² in 24 h [...] Tage förderte, liefert eine einzelne Libbey-Owens-Maschi[...] 20 000 m², wobei eine große Schmelzwanne zwei solchen Zi[...]maschinen den Schmelzfluß zuführt.

---

[1]) Wir nehmen an dieser Stelle gern Gelegenheit, Hrn. Dr.-Ing. Maurach für die tatkräftige Mitarbeit beim Zusammenstellen des vorliegenden Fachheftes, namentlich für die Beschaffung des Stoffes, unsern Dank auszusprechen. Die Schriftleitung.

[2]) Hier und im folgenden sind die Jahre genannt, in denen wichtigere Erfindungen zum erstenmal eine bestimmtere Form annahmen. Von da bis zur vollkommenen technischen Einrichtung und allgemeinen Einführung sind meist viele Jahre vergangen.

[3]) Vergl. Z. 1908 S. 1218, sowie 1915 S. 697.

[4]) Klein, Die jüngste Entwicklung der mechanischen Tafelglasbläserei nach dem Sievert-Verfahren. Dresden 1917, A. Dressel.

Aber auch bei den andern Verfahren hat die Entwicklung nicht geruht. Das Lubbers-Verfahren hat den größten Anteil der amerikanischen Erzeugung an sich gerissen und auch in Europa an verschiedenen Stellen, wie in Deutschland, Eingang gefunden. Ferner hat Fourcault nicht nur in der ganzen übrigen Welt Anlagen in seiner Art aufgestellt, sondern sogar in Amerika in drei Fabriken Fuß gefaßt. So wird in den kommenden Jahren die Glaswelt Zeuge eines lebhaften Wettbewerbes dieser drei Verfahren sein, die ihrerseits gegen die alte europäische Handarbeit ankämpfen werden. Wie immer, wird dieser Wettbewerb der Vater des Fortschrittes sein. An allen Verfahren wird lebhaft gearbeitet werden, um das beste, was sie bergen, zur vollen Entwicklung zu bringen. Hoffen wir, daß auch der deutsche Glastechniker an dieser Entwicklung tatkräftigen Anteil nimmt und damit der deutschen Fensterglasindustrie ihre alte Weltgeltung erhalten hilft[1]).

Auch auf andern Gebieten, wo gerade die in Menschenaltern erworbene Geschicklichkeit des deutschen Arbeiters den Einzelzweigen der Glasindustrie in Deutschland eine monopolartige Stellung verschaffte, haben die Amerikaner neuerdings mit mechanischen Mitteln eingegriffen. So auf dem Gebiete des Röhrenziehens, wo jetzt die amerikanischen Maschinen z. B. die Kapillarröhren für die Herstellung von Thermometern mit derselben Genauigkeit ziehen, durch die der Thüringer Glasbläser den Beobachter in Erstaunen setzte. Ähnlich wichtig ist die Schaffung selbsttätiger Maschinen für die Erzeugung von Glühbirnenkolben. Doch würde es zu weit führen, auch hier Einzelheiten zu bieten, zumal Dr. Gehlhoff diesem Gegenstand einen besonderen Aufsatz in diesem Hefte widmet, vergl. S. 524.

Es ist leicht erkenntlich, daß die vorstehend geschilderten, vorwiegend in Amerika ausgebildeten Glas-Gestaltungsverfahren sich nur für die Herstellung sehr großer, in der Form immer gleichbleibender Massen eignen. Es bleibt nun die Aufgabe, der bisherige Arbeitsweise der deutschen Glasindustrie besonders angepaßt ist, eine Brücke zwischen jenen Massenverfahren und der Handarbeit zu schlagen. Es gibt eine Reihe von Glaswaren, bei denen ein beschränkter Bedarf und Rücksichten des Geschmacks vielfach die Größe, Gestalt und Schmuckart zu wechseln zwingen. Beim Hohlglas z. B. wird für Konservengläser, Honiggläser, Tintenflaschen, Medizingläser, Parfümerieflächchen usw. eine sehr große Anzahl verschiedener Sorten gefordert, die selbst in der Zeit der Normungsbestrebungen ihre Vielseitigkeit behalten werden. Es war immer die Stärke der deutschen Industrie, solchen Bedürfnissen des Verbrauches durch Anpassung an die wechselnden Wünsche entgegenzukommen. So hat auch gerade hier Deutschland in der Erfindung von Maschinen, die solche Gläser in nicht allzu großen Mengen in wirtschaftlicher Weise erzeugen lassen, Gutes geleistet. Die bekanntesten Maschinen dieser Art, die nur teilweise die Handarbeit ersetzen (Halbautomaten), stammen von Schiller und von Wolf. Wir sind aber auch auf dem besten Wege, diese Art Maschinen ganz selbsttätig wirkend zu machen, sie zum Vollautomaten zu entwickeln. Manche ähnliche Aufgabe dürfte die weitere Entwicklung der Glasindustrie ergeben.

Spiegelglas.

Die oben für Tafelglas geschilderten Herstellungsverfahren sind auf verhältnismäßig dünne Glassorten beschränkt. Starkwandiges Tafelglas, wie wir es unter der Bezeichnung Spiegelglas zusammenfassen, wird auf dem Wege des Gießens hergestellt. Das in großen Häfen niedergeschmolzene Glas wird im Hafen aus dem Ofen genommen, auf den Gießtisch ausgeschüttet und nun mit einer Walze eben gewalzt. Grundsätzlich ist dieses Verfahren seit 1688, als Lucas de Nehou in Tour de la Ville bei Cherbourg das Verfahren zum ersten Male anwandte und damit die Grundlage für die gesamte Gußtafelglas-Herstellung legte, bis heute dasselbe geblieben. Aber die Entwicklung hat doch nach zwei Richtungen hin der Technik wichtige Aufgaben gestellt. Gemäß der allgemein gültigen betriebstechnischen Regel wird auch hier die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens um so größer, je größere Mengen in einem Arbeitsgang erzeugt werden. So strebte man bei der Spiegelglasherstellung von vornherein auf eine Vergrößerung der Güsse hin. Während man in den ersten Jahrzehnten der Spiegelglasherstellung zufrieden war, wenn mit einem Gusse wenige Geviertmeter erzeugt werden konnten, werden jetzt annähernd 50 m² auf einmal gegossen, und in Einzelfällen hat man noch größere Flächen in einem Gusse herzustellen verstanden. Das bedingte, daß man größere Häfen in größerer Anzahl in den Ofen stellte, größere Gießtische und größere Kühlöfen baute. Gleichzeitig natürlich war das Bestreben, an menschlicher Arbeit weitgehend zu sparen. Beide Ziele hat die Maschinentechnik zu erreichen geholfen, indem sie neben anderen Einrichtungen vor allem die Gießkrane für die Bewegung der Häfen schuf, die unter dem geringsten Arbeitsaufwand die schweren Glasmassen (3 bis 4 t) zu bewegen und in der Bewegung zu beherrschen ermöglichten.

Dieser Rückblick zeigt, wie die Maschinentechnik bei der Bewältigung der Aufgaben, die die maschinelle Gestaltung des Glases birgt, mitzuhelfen berufen ist. Aber auch das ist erkennbar, daß mit normaler Maschinentechnik, die sich am Kraftmaschinen- und Werkzeugmaschinenbau und ähnlichen Aufgaben geschult hat, nicht alle Forderungen zu erfüllen sind. Nur wer dauernd strebt, zu erkennen, welchem Gesetze die Wandlungen von der dünnflüssigen Schmelze bis zum starren, spröden Körper unterworfen sind, kann fruchtbar in die Fortentwicklung dieses Gebietes eingreifen. Die richtige Bemessung der verschiedenartigen, bald beschleunigten, bald verlangsamten Bewegung der Maschinenteile, die sich dem besondern Wesen des Glases und dem sich daraus ergebenden Gestaltungsvorgang zweckentsprechend anpassen, erfordert reiche Kenntnisse der Zwangslauflehre und darüber hinaus schöpferische Einbildungskraft. Ohne Erfahrung ist die Arbeit hier wertlos, aber die einseitige Einschätzung des Wertes der Erfahrungen, der wir bis jetzt so vielfach begegnen, ist hemmend für den Fortschritt. Nur wo Erfahrung sich mit guten Kenntnissen und ausgesprochener Erfindergabe verbindet, ist ein weiteres Fortschreiten auf dem Gebiete der maschinellen Gestaltung des Glases möglich.

Sonstige Aufgaben der Maschinentechnik.

Natürlich hat die Maschinentechnik in der Glasindustrie auch Aufgaben, die nicht nur die Gestaltung des Glases betreffen: das Entladen, Stapeln der Rohstoffe, ihre Aufbereitung und das Fertigen des Gemenges. Die Heranführung des Gemenges und das Beschicken der Schmelzgefäße mit diesem sind wichtige Aufgaben der Fördertechnik, die aber nur bei sorgfältiger Erforschung der besonderen Verhältnisse sich zweckmäßig lösen lassen. Ebenso enthält die Weiterverarbeitung des Glases eine große Anzahl wichtiger Aufgaben, die von einander sehr verschieden sind, in der Hohlglasindustrie das Absprengen und Abschmelzen der Rohgegenstände und die Verzierung der Oberfläche, in der Flachglasindustrie das Schleifen und Polieren, das bei der oben geschilderten Entwicklung, die die Spiegelglasindustrie zu den größten Abmessungen übergehen läßt, zu der Konstruktion riesiger Schleif- und Poliertische[2]) führt.

Chemie und Physik.

Die hohe Temperatur des Schmelzvorganges macht die Auswahl der Werkstoffe für die Herstellung der Schmelzgefäße sehr gering. Wir benutzen im wesentlichen geeignete feuerfeste Tone, so daß grob betrachtet das Glas in gleichartigem Material, das nur höheren Schmelzpunkt als es selbst hat, geschmolzen wird. Die Folge davon ist, daß es dem Angriff der Glasschmelze nicht vollkommen widersteht, sondern sich allmählich auflöst. Die Erfahrung hat uns eine Reihe von Tonen (Großalmeroder, Westerwälder und vor allem belgische Tone) kennen gelehrt, die die besondern Eigenschaften, geringe Löslichkeit in der Glasschmelze, gute Standfestigkeit und eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen Temperaturschwankungen in ausreichendem Maße aufweisen. Doch sind unsere Kenntnisse, auf welchen Ursachen die besondere Geeignetheit der spezifischen Hafentone beruht, sehr gering. Dieses Gebiet ist so gut wie unerforscht. Gewisse Zweige der Glasindustrie glauben, nicht ohne die belgischen Tone arbeiten zu können. Es ist darum eine wichtige Aufgabe, durch die Erforschung ihrer Eigenschaften den Ersatz durch deutsche Erzeugnisse zu ermöglichen und im ganzen die Schmelzhäfen in ihrer Herstellung und ihren Eigenschaften zu verbessern.

Ebenso wichtig ist das Gebiet der Rohstoffe. In vielen Fällen hat die Entwicklung dahin geführt, immer die reinsten Rohstoffe zu bevorzugen, weil so die Sicherheit bestand, stets gleichmäßig das Glas einer bestimmten Zusammensetzung zu gewinnen. Dabei wird übersehen, daß der Chemiker in der Lage ist, die Zusammensetzung der Rohstoffe rasch und genau zu ermitteln und so auch bei veränderlichem Rohstoff das gleiche Glas herzustellen. Freilich ist es notwendig, für farblose Gläser den Gehalt an färbenden Oxyden, vor allem an dem in der Natur so häufig vorkommenden Eisenoxyd möglichst einzuschränken. Aber trotzdem bietet die Natur eine große Anzahl Gesteine, die nur geringer Zusätze an Erzeugnissen der chemischen Industrie bedürfen, um daraus Glas zu schmelzen. So hat man vor allem gewisse Gesteine, wie Trachyt und Phonolit, angewandt, die mit ihrem Kali- und Natrongehalt uns Sulfat, Soda und Pottasche sparen lassen. Es ist eine der Zukunftsaufgaben, auf diesem Gebiete noch weiter zu schreiten, örtlich vorkommende Rohstoffe besser auszunutzen und ferner solche Rohstoffe heranzuziehen, die uns die teuren Erzeugnisse der chemischen Industrie weitgehend ersetzen lassen. Eine besondere Aufgabe bleibt dabei, diese Rohstoffe auch für die Verbilligung von Farbgläsern heranzuziehen. Man ist bis jetzt der Ansicht, daß es zur klaren Entwicklung bestimmter Farben notwendig sei, das Grundglas möglichst rein und farblos herzustellen, was sich nur mit reinen Rohstoffen, die teils der chemischen Industrie, teils besonders auserlesenen Vorkommen in der Natur entstammen, ermöglichen läßt. Es ist kein Zweifel, daß sich vielfach auch weniger reine Rohstoffe für diese Zwecke verwenden lassen, wenn man die Färbung des Glases noch besser erforscht. So gut es möglich ist, die schwache, durch geringe Eisenmengen hervorgebrachte Grünfärbung durch entsprechende Zusätze an Braunstein, Selen usw. zu verdecken, das Glas zu „entfärben", ebenso gut muß es möglich sein, die Färbung von Glas in gewünschtem Sinne durch entsprechende Zusätze zu verändern. Ein Erfolg auf diesem Gebiet

[1]) Weitere Einzelheiten über den Stand der Tafelglasherstellung bringt der Aufsatz von Dipl.-Ing. Knorrn, vergl. dieses Heft S. 513.

[2]) Vergl. den Aufsatz von Dipl.-Ing. A. Schild, Schleif- und Poliermaschinen im nächsten Heft dieser Zeitschrift.

würde eine Verbilligung der Farbgläser bringen, er ist aber nur durch eine gründliche Erforschung der Färbungsvorgänge zu erreichen. Das ist eines der Gebiete, wo sich Chemie und Physik die Hand zu reichen haben, weil die Färbungen am besten mittels der Messung der Lichtabsorption in den verschiedenen Linien des Spektrums beherrscht werden können.

Wenn uns die Natur so gestattet, neue und billigere Rohstoffe für das Glasschmelzen heranzuziehen, so hat uns auf der andern Seite die Chemie eine immer wachsende Anzahl von reinen Rohstoffen zur Verfügung gestellt, durch deren Verwendung wir die Eigenschaften des Glases in geradezu unbeschränkter Weise verändern können. Gerade auf diesem Gebiete hat die deutsche Industrie und in ihr vor allem Dr. Otto Schott, Jena, ganz Hervorragendes geleistet. Eine ganz knappe Übersicht über seine Leistungen gibt die folgende Zeittafel, die, unter Ausschluß der optischen Gläser, die wichtigsten Schottschen Schmelzungen für die verschiedensten technischen Zwecke enthält. Jede dieser Schmelzungen hat eine dem besonderen Zweck angepaßte Zusammensetzung.

1885 Normalthermometerglas,
1890 Verbund-Robaxglas für Wasserstandsröhren,
1892 Geräte für chemische Laboratorien,
1893 Glasglühlichtzylinder,
1900 Duraxglas für Wasserstandsrohre,
1902 Grubenlampenzylinder,
1904 Uviollampen mit ultraviolett-durchlässigem Glas,
1911 Fiolax für medizinische Flüssigkeiten (Serum usw.),
1912 Durobaxglas für Wasserstandsröhren,
1913 Supraxglas für Gasglühlichtzylinder,
1920 Neues Geräteglas.

Alle Eigenschaften des Glases, die Härte, Zug- und Druckfestigkeit, Elastizität, Sprödigkeit, Ausdehnung in der Wärme, Wärmeleitfähigkeit, spezifische Wärme, Durchsichtigkeit, Lichtbrechung, Lichtzerteilung, Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe, die elektrischen Eigenschaften usw., sind abhängig von der dem Glas gegebenen chemischen Zusammensetzung. Während sich bis vor wenigen Jahrzehnten der Glasmacher im wesentlichen auf die Verwendung der fünf Oxyde: Kieselsäure, Kalk, Blei, Natron und Kali beschränkte, wird nun fast jedes Element der anorganischen Chemie für die Erreichung irgend einer besondern Wirkung in die Glasschmelze eingeführt. In manchen Fällen, namentlich bei einfacheren physikalischen Eigenschaften, ist es gelungen, einfache Beziehungen zwischen den Eigenschaften der reinen Oxyde und des daraus geschmolzenen Glases aufzudecken. Aber bei vielen Eigenschaften und gerade bei denen, die für die Anwendbarkeit der Gläser von besonderer Wichtigkeit sind, fehlt uns dieser Zusammenhang.

Für das Apparateglas sind zwei Eigenschaften von besonderer Bedeutung: der Widerstand gegen chemische Angriffe und der Widerstand gegen schroffe Temperaturänderungen. Die Glasindustrie hat Gläser geschaffen, die beide Ansprüche in hohem Maß erfüllen. Grade die Schottschen Glaswerke, Jena, haben in ihrem Laboratoriumsgeräte, in dem Glas für Gasglühlichtzylinder und für Sicherheitslampen der Bergwerke, Gläser geschaffen, die den weitestgehenden Anforderungen entsprechen. Diese Gläser haben einen Weltruf erworben, und in allen Ländern entwickelter Zivilisation wurden sie gebraucht. Der Krieg ließ in diesen Ländern einen großen Mangel an solchen Sondergläsern auftreten, und dadurch sind auch im Auslande solche Schöpfungen zustande gekommen, die sich aber in den meisten Ländern eng an die Schottschen Arbeiten angeschlossen haben. Nur Sullivan und Taylor (1915) weichen etwas stärker in ihren Maßnahmen von Schott ab, sie haben durch weitere Abänderung der Zusammensetzung den Widerstand des Glases gegen chemische Angriffe und schroffe Temperaturänderungen noch weiter steigern können, und während bis dahin Gläser dieser Art auf die Anwendung im chemischen Laboratorium beschränkt waren, haben sie sie dem täglichen Gebrauch des Haushalts übergeben, indem sie Bratpfannen und Backformen aus diesem „Pyrex" genannten Glas herstellten. Die Reinlichkeit des Glases und die Annehmlichkeit, durch die Wand die Bräunung des Gebäcks verfolgen zu können, sind beachtlich. Wir in Deutschland sind dieser Entwicklung gefolgt, und Schott und Genossen, Jena, bringen, auf den früheren Erfahrungen, insbesondere bei der Herstellung der Zylinder für Grubenlampen fußend, für dieselben Zwecke das Durax-Glas in den Handel. Zahlentafel 1 zeigt, wie sich unter den Händen der Chemiker im Laufe der letzten Jahrzehnte die Zusammensetzung dieser Gläser geändert hat. Der amerikanische Fortschritt ermahnt uns, daß wir auf den früher auf diesem Teilgebiet erzielten Erfolgen nicht ausruhen dürfen.

Ähnliche Erfolge zeigen sich auf andern Gebieten, vor allem auf dem der Optik, wo es möglich geworden ist, ein Glas jeder Brechung und jeder Dispersion zu erzeugen und damit die vom mathematischen Optiker errechneten Systeme genau zu verwirklichen. Wir sind auch in der Lage, Gläser der gewünschten Absorption zu erschmelzen, die die ultravioletten Strahlen vollkommen verschlucken und wieder andre Gläser, die gerade für diese Strahlen besonders durchlässig sind, und dies alles nur durch die entsprechende Auswahl der Bestandteile des Glases nach Art und Menge.

Zahlentafel 1.
Entwicklung des Geräteglases.

	Hauptbestandteile des Glases in vH							
	Thüringer schlecht	Staas 1868	Kavalier 1879	Jena vor 1910	Jena 1911	Engl. Nonsol 1915	Amerika Pyrex 1915	Jen ne 192
Kieselsäure	69,9	77,0	79,1	66,4	64,7	67,3	80,5	74,
Borsäure	—	—	—	4,0	10,6	6,2	11,8	4,
Tonerde	—	—	—	2,4	4,2	2,5	2,0	8,
Zinkoxyd	—	—	—	6,2	10,9	7,8	—	—
Magnesia	—	—	—	5,2	—	3,4	—	0,
Kalk	3,8	10,3	7,6	—	0,6	0,8	—	0,
Baryt	—	—	—	—	—	—	—	3,
Natron	16,5	5,0	6,4	15,6	7,8	10,9	4,4	7,
Kali	6,6	7,7	6,7	—	0,3	—	—	—

Diese Einflüsse, die uns die Festlegung der Eigenschafte eines Glases von vornherein in engen Grenzen gestatten, sin natürlich nicht nur für die Herstellung ganz besonderer Glasarte von Wichtigkeit. Auch für jede Gebrauchsglasart einfachster A sind sie von Wichtigkeit, weil wir über den jetzigen Zustand hi aus seine Güte steigern können. Ferner aus folgenden Gesicht punkten: Wir sahen oben, wie mehr und mehr die maschinell Gestaltung in der Glasindustrie Fuß faßt, und wir sahen, daß di Maschine an einer bestimmten Stelle einen gleichbleibenden Zu stand des Glases erfordert, der oft von den Bedingungen der Hand arbeit stark abweicht. Die Veränderung der Zusammensetzun gestattet uns, die Glaseigenschaften der Maschinenarbeit anzu passen, ohne dabei die sonstigen Eigenschaften zu beeinträchtigen

Aber alle diese Zusammensetzungen müssen bis jetzt vo Fall zu Fall besonders ausgearbeitet werden. Was uns fehlt, is die Feststellung aller wichtigen Eigenschaften der Gläser in ihre Abhängigkeit von der Zusammensetzung. Das erfordert ein um fassendes gründliches Studium, für das bis jetzt eigentlich nur di Vorarbeit geleistet ist. Eine solche Arbeit ist vom einzelnen nich zu bewältigen, sie bedarf des Zusammenarbeitens aller Kräfte.

Chemie und Physik sind auch berufen, in der Betriebs überwachung eine wichtige Rolle zu spielen. Auf die Wich tigkeit der Überwachung des Ofenbetriebes mit genau messende Geräten für die Wärmewirtschaft des Ofens und die Güte des Er zeugnisses ist schon hingewiesen worden. Aber auch in ander Teilen des Herstellungsganges ist die Prüfung der technische Maßnahmen und des Erzeugnisses von der größten Wichtigkei Nur zwei Beispiele sollen das erläutern. Für die Widerstands fähigkeit gegen chemische Einflüsse, kurz gesagt, die Löslichkei eines Glases ist überraschender Weise die Art der Kühlung vo Einfluß. Es ist beobachtet worden, daß der Gehalt an schweflige Säure in den Rauchgasen diese Löslichkeit vermindert, anschei nend weil durch die schweflige Säure in der hohen Temperatur de Kühlens ein Alkalientzug aus der Oberfläche stattfindet[1]). Weite ist bei der Kühlung ganz allgemein wichtig, daß die Anfangstem peratur so hoch ist, daß sich die bei der Formgebung eintretende Spannungen vollkommen ausgleichen können. Man erkennt dies Spannungen leicht bei der Beobachtung des Glases im polarisierte Licht, wo die Teile verschiedener Spannung hell und dunkel er scheinen. Ein Gegenstand mit hoher oder unregelmäßiger Span nung unterliegt bei der weitern Verarbeitung oder bei der Ver wendung leicht dem Bruch[2]). Es ist bemerkenswert, daß die Eng länder von beiden Beobachtungen in ihrer jungen, erst im Krie entstandenen Geräteglas-Industrie sogleich Gebrauch gemach haben. Sie kühlen das Geräteglas in Rauchgas mit ausgespro chenem Schwefligsäuregehalt und prüfen jedes einzelne Stück in „Spannungsprüfer", dessen Wirkung auf der Beobachtung in polarisierten Licht beruht[3]).

In jeder Hinsicht ist zu berücksichtigen, daß einseitige Labo ratoriumsarbeit wenig nützt, sondern daß sie nur im Zusammen hang mit der Praxis vollen Erfolg bringen kann. Die Bedeutung dieser Sachlage und all die oben betrachteten Gesichtspunkte sind von der deutschen Glasindustrie erkannt worden. Es ist klar ge worden, daß die Arbeit des einzelnen Praktikers keinen wesent lichen Fortschritt mehr bringen kann. Man ist dabei, das gegen seitige Sichabschließen aufzugeben und sich gegenseitig durch Austausch der Erfahrungen zu unterstützen. Vor allem aber soll auch die wissenschaftliche Forschung, deren Bedeutung voll er kannt wird, zu diesem Zusammenarbeiten herangezogen werden. Den Boden für diese Arbeit soll die neu gegründete Deutsche Glastechnische Gesellschaft bilden, deren Aufgaben, wie die vorhergehenden Zeilen zeigen, in praktischer und wissen schaftlicher Beziehung recht groß geworden sind. [1662]

[1]) Journ. Soc. Chem. Ind. Bd. 34, 1905 S. 210. — Bis zu dieser Veröffent lichung war nicht genügend beachtet worden, daß sich schon in viel älter Preislisten über Schottsches Apparateglas die Bemerkung findet, daß „durch di Kühlung in Verbrennungsgasen, die schweflige Säure enthalten, eine relati gesteigerte Resistenz erzielt wird".

[2]) Näheres über Kühlung gibt der Aufsatz von Dr. Eckert in diesen Heft S. 522.

[3]) Branson, Some Aspects of the Scientific Glassware Industry, Journ Soc. Chem. Ind. Bd. 37, 1918 S. 337

Eine neuzeitliche Tafelglashütte.

Von Dipl.-Ing. R. Knorrn, Sulzbach (Saar).

Der Entwurf, der Bau und die Einrichtung einer neuzeitlichen Fensterglashütte mit 1 Schmelzofen, 12 Trommel- und 14 Strecköfen werden dargestellt. Überwindung von Schwierigkeiten im Gelände, Anordnung und Einrichtung der Gebäude. Beförderung der Rohstoffe und Fertigerzeugnisse. Wärmewirtschaft.

Im Oktober 1918 ist in St. Ingbert in der Pfalz das neue Fensterglaswerk der Vereinigten Vopeliusschen und Wentzelschen Glashütten G. m. b. H. in Betrieb gesetzt worden. Im März 1914 war mit der Bearbeitung der Pläne begonnen worden. Es bestand damals die Absicht, spätestens im Juli 1915 drei ältere Hütten in Friedrichsthal und Schnappach stillzulegen und gleichzeitig die Glasherstellung in dem Ersatzwerk aufzunehmen. Die Bauarbeiten waren vor dem Ausbruch des Krieges vergeben worden, die Einhaltung der vorgesehenen kurzen Fristen wurde aber durch ihn vereitelt.

Der alte Grundsatz „Technik und Wirtschaft sind untrennbar", findet in den heutigen schweren Tagen allgemeinere Beachtung als früher. Daß eine wirtschaftliche Lösung technischer Aufgaben auch in diesem besondern Fall angestrebt wurde, soll im folgenden erläutert werden.

Vorarbeiten.

Über die Entwickelung der Glasindustrie in der ehemaligen Grafschaft Nassau-Saarbrücken ist älteren Abhandlungen zu entnehmen, daß sich ursprüglich der Glasmacher auf Grund von Holzprivilegien durch Urbarmachung von Wäldern seinen Brennstoff selbst beschaffte. Ähnliche Vorrechte blieben auch später bei der Aufschürfung der Steinkohlen einigen älteren Glashütten; aber gerade an diese trat im Laufe der Zeit der Bergbau unter Tage so dicht heran, daß ihnen jede weitere Ausdehnung am Platz unmöglich gemacht und schließlich die Übernahme der teilweise grubenbrüchig gewordenen Flächen durch den Bergfiskus notwendig wurde. Dieses Schicksal traf die obenerwähnten drei Hütten.

Das Ersatzwerk im Saargebiet zu belassen, dafür sprachen die günstigen wirtschaftlichen Bedingungen, die hier und im nahen Lothringen von 16 Kristall-, Flaschen-, Hohl- und Fensterglashütten ausgenutzt wurden: Die greifbare Nähe des geeigneten Brennstoffes (Steinkohlen), die Beschaffungsmöglichkeit der Hauptrohstoffe Sand und Kalk mit der Bahn aus der Pfalz und dem Lahntal, zu Schiff aus Frankreich als Rückballast der Kohlenkähne, die Anlieferung von Soda und Sulfat aus Saaralben bzw. Höchst und nicht zuletzt die Ansässigkeit der Eigentümer, Beamten und Facharbeiter.

Als Bauort wurde St. Ingbert in der Pfalz gewählt, das von den alten Wohnsitzen der Hüttenarbeiter in einstündigem Fußmarsch, mit der Bahn oder dem Kraftwagen erreichbar ist und so eine Übergangmöglichkeit bis zum Ausbau der geplanten Arbeiterkolonie bot. Ein Gesamtbild der Hütte gibt Abb. 1.

Die Gemeinde bewies ihre Anteilnahme an der Weiterentwickelung der durch zwei Werke bereits vertretenen Glasindustrie dadurch, daß sie den Ankauf des in Abb. 2 und 3 dargestellten Bauplatzes bei den Kleinbesitzern vermittelte und außerdem bis zur Grundstückgrenze die Herstellung des Anschlußgleises an den Bahnhof von St. Ingbert der Hauptbahnstrecke von Saarbrücken nach Homburg und Zweibrücken übernahm. Ein alter, längs des Platzes verlaufender Bahndamm, der in den siebziger Jahren wegen Baufälligkeit des nahen Tunnels außer Gebrauch gesetzt

Z 23/200

Abb. 1. Die Fensterglashütte St. Ingbert der Vereinigten Vopeliusschen und Wentzelschen Glashütten G. m. b. H.

a Wannengebäude
b Hauptgaserzeugerhaus
c Streckhaus
d Schneidhaus
e Gaserzeuger für das Streckhaus
f Kessel- u. Maschinenhaus
g Kistenschreinerei
h Ausbesserwerkstatt
i Holzlager
k Strohlager
l Speiseraum
m Kohlenlager
n Verschiebewinde
o Schlackensteinfabrik
p Wasserbehälter
q Pumpenhaus
r Eisenbahnwagen

Z 23/201

Abb. 2. Lageplan der Glashütte.

Z 23/202

Abb. 3. Höhenplan des Geländes.

worden war, schien für die technische Lösung der Aufgabe besondern Vorteil zu bieten. Eine geringe Verbreiterung der Krone und der Ausgleich des Gefälles boten für die Abstellgleise einen Platz, dessen Höhenlage gegenüber dem übrigen Gelände die weitgehende Ausnutzung der verfügbaren Schütthöhe für Lagerung aller Gebrauchsstoffe zuließ.

Nach der Fertigstellung des ersten in diesem Sinne bearbeiteten Bauplanes stellte es sich jedoch bei der Auflassung des Grundstückes heraus, daß die im Lageplan, Abb. 2, schraffierten Dreiecke und Streifen am Fuße des Bahndammes bei dessen Bau im Besitz des Großbesitzers der Waldungen geblieben waren, dessen Erben der Weiterentwickelung der Industrie am Ort auch im Interesse ihres Eisenwerkes entgegenarbeiten zu müssen glaubten.

Für ein Enteignungsverfahren standen weder Zeit noch ausreichende Allgemeingründe zur Verfügung; deshalb mußte auf diesen Vorteil verzichtet und eine der vorhandenen freien Stellen für die Einführung des Anschlußgleises ausgenutzt werden. Dabei ergab sich die Notwendigkeit, das Grundstück mit einem neu zu schüttenden Damm zu durchqueren und die Aufstellgleise parallel zum alten Damm an der gegenüberliegenden Grenze verlaufen z lassen.

Umfangreiche Bohrungen hatten nämlich gezeigt, daß de ungünstigste Baugrund (Moorboden von 3,5 m Mächtigkeit, da unter Fließsand mit Lette) dem alten Bachlauf folgt, während a Fuß des Bahndammes und der von ihm durchschnittenen Boder erhebungen tragfähiger Grund (Sand mit Kies) schon in g ringerer Tiefe getroffen wurde. Dem 12 m in das Gelände ei springenden 4 m breiten Fremdstreifen konnte mit der Grundri anordnung der Gebäude so weit ausgewichen werden, daß gege über der Bahngrenze nur der für den Innenverkehr notwendig Wegstreifen freigelassen wurde.

Bei der Wahl der Höhenlage war in erster Linie die For derung maßgebend, die Gleisanlage zur vollen Ausnutzung de gesamten Grundstückes auf diesem wagerecht verlaufen zu lassen ihr Anschluß an die Staatsbahn mußte dabei mit möglichst ge ringer Steigung so ausgeführt werden, daß die Verwendung de alten Bahndammes für die von der Gemeinde beabsichtigte E schließung andrer Flächen möglich blieb. Die Höhe der Arbeit bühnen und Keller gegenüber dem Gleis war den besondern B

Abb. 4. Wannengebäude.

Abb. 5 und 6. Haupt-Gaserzeugergruppe.

Erklärung zu Abb. 4 bis 11.

a Wanne
b Trommelöfen
c Ablegegestell für Walzen
d Kalk
e Sand
f Züge für die Frischgase
g Züge für die Abgase
h Schwenkgraben
i Scherbenbehälter
k Aufenthaltsraum
l Baderaum
m Entladebunker
n Vorratsbunker
o Luftleitungen
p Dampfleitungen
q Kohlenlager
r Hängebahnwagen
s Gemenge, *t* Scherben, *u* Sulfat } Hauptbehälter
v Soda, Hauptbehälter
w Mischmaschinen
x Kalkbrecher-Walzwerk
y Gemenge-Zwischenbehälter
z Wiegegefäß

Abb. 7 bis 10. Gemengeräume und Vorratbehälter an der Wanne.

Abb. 11. Schneid- und Streckhaus.

ebsbedingungen anzupassen. Dabei war aber nach Entfernung s Moorbodens von allen für Gebäude und schwer belastete gerplätze bestimmten Flächen eine möglichst geringe Massenwegung mit gleichem Auf- und Abtrag anzustreben. Das Wasser ıßte bei teilweise vorgenommener Zuschüttung des Bachlaufes rch ein kräftiges, mit möglichst gleichmäßigem Gefälle verlegtes mentrohr abgeleitet werden. Frischwasser konnte zum Teil s dem gesperrten Tunnel mit eigenem Gefälle durch einen Vortbehälter p nach den Verbrauchstellen mit geringem Druck getet werden, während die Feuerlöschhydranten und anderen pfstellen an eine Hochdruckleitung angeschlossen wurden. Diese rd gewöhnlich von einer elektrisch angetriebenen, über einem mmelbrunnen q im tiefliegenden Geländeteil aufgestellten Pumpe speist, kann aber auch an die städtische Wasserleitung angehlossen werden.

Grundzüge des Entwurfes.

Die Bestimmung der für die einzelnen Gebäude nötigen undflächen und ihre gegenseitige Lage fußt auf nachstehenden rderungen:

Eine bestimmte monatlich zu erzeugende Menge 4/4[1]) starken rpackbaren Fensterglases soll von einer Schmelzwanne zunächst r den Handbetrieb — Mundblasverfahren — geliefert werden. ıs aus der Wanne entnommene Glas wird in 12 Trommelöfen er den Schwenkgräben[2]) vom Glasmacher zu zylindrischen alzen verarbeitet, die nach Längssprengung in 14 Streckröfen zu enen Tafeln ausgestreckt werden. Der Abstand der Öfen vonıander ist so zu bemessen, daß bei voller Bewegungsfreiheit iglichst geringe Einzelbeförderungswege entstehen und ausreiend Platz zum Abstellen der Walzen und Tafeln verfügbar ist, auch dann, wenn einzelnen Teilen des Betriebes Sonntagsarbeit freisteht, während andre an die Sonntagsruhe gebunden sind.

Für das Zuschneiden der Tafeln sind 35 Tische aufzustellen, bei deren Belichtung Sonnenbestrahlung vermieden werden soll, damit eine gleichmäßige Beurteilung der Güte ermöglicht wird. Das zugeschnittene Glas ist sortiert für die Verpackung bereit zu stellen; für verpacktes Glas ist zum Ausgleich der mit der Bautätigkeit von der Jahreszeit abhängigen Nachfrage ein großer Lagerplatz zur Verfügung zu stellen, von dem aus auf kürzestem Wege gleichzeitig eine größere Zahl von Eisenbahnwagen beladen werden kann. Für die im eigenen Betrieb herzustellenden Kisten muß Holz in genügender Menge greifbar sein. Größere Lagerplätze sind außer für Steinkohlen auch für Sand und Kalk anzulegen, deren Anfuhr zum Teil an die Schiffahrtszeit gebunden ist. Möglichst kurze, einander nicht kreuzende Wege sind für alle Materialien anzustreben. Gute Belichtung, Lüftung und Heizung der Räume sowie Feuersicherheit sind erforderlich. Die Abwärme soll möglichst weitgehend ausgenutzt werden.

Wieweit diesen allgemeinen und besondern Forderungen Rechnung getragen worden ist, soll an der Hand von Abb. 2 bis 11 kurz erläutert werden.

Anordnung und Einrichtung der Gebäude.

Die Wanne und die Trommelöfen wurden im Hauptgebäude a, Abb. 2, zusammengefaßt, das mit seinem den größten Unterbau fordernden Teil an der tiefsten Geländestelle angesetzt wurde; vor ihm liegt auf der einen Seite, ebenfalls tief, die Hauptgaserzeugergruppe b, während sich auf der andern Seite das Streck- und Schneidhaus c und d der hochliegenden Hallensohle anschließen. Das Streckhaus hat seine eigene Gaserzeugergruppe e. Das Kessel- und Maschinenhaus f ist zwischen die für die Wanne und die Trommelöfen getrennt angeordneten, 65 bzw. 48 m hohen Schornsteine gelegt worden, damit die Abwärme der Abgase beider Anlagen für die Kessel- und die Überhitzerbeheizung, sowie für

[1]) Die handelsüblichen Bezeichnungen 4/4, 6/4, 8/4 Glas entsprechen Dicken n etwa 2, 3 und 4 mm. Vergl. Hütte 21. Aufl. I, S. 725.

[2]) „Schwenkgraben" ist die vor jedem Trommelofen befindliche grabenige Unterbrechung der Arbeitsbühne, die dem Glasbläser ausreichend Spiel n Drehen und Schwenken der Glaswalze bietet.

die Speisewasservorwärmung ausgenutzt werden kann. Die Kistenschreinerei *g* liegt an einem, die Ausbesserwerkstatt *h* am andern Ende des Schneidhauses im Untergeschoß. Zwischen beiden befindet sich in der Höhe der durchlaufend vorgebauten Laderampe der Kistenlagerplatz, während das Holzlager *i* und das Strohlager *k* auf der andern Seite der beiden Abstellgleise untergebracht worden sind.

Bautechnisch zwang der schlechte Baugrund zur Durchführung eines Pfeilerbaues; mit einem Achsenabstand von 5 bis 7,5 m ruhen die gemauerten Pfeiler auf kräftigen Stampfbetongründungen und sind mit ihrer Oberkante bis zur Haupthallensohle geführt. Die Umfassungswände, durchweg einen Stein dick und über dem Pfeiler auf 38 cm verstärkt, werden durch Betonunterzüge aufgenommen. Für die Bühnen sind im allgemeinen Stampf- und Eisenbetonböden verwendet. Die für die Abstellung von Glas in Frage kommenden Flächen sind mit Holz gedielt, die andern mit Betonestrich oder einer Flachschicht abgeglättet.

Die Eisenkonstruktion der Dachbinder ist bis auf die Oberkante des Hauptpfeilers herabgeführt worden. Der Anregung, die Lage der Dachflächen zueinander für die Ausgestaltung der Binder auszunutzen, ist von B. Seibert, Saarbrücken, weitgehend entsprochen worden. Durch die in Abb. 4 und 11 angedeutete Ausbildung zu Krag- und Dreigelenkbindern hat man gegenüber den von fünf andern Eisenwerken gemachten Vorschlägen eine Gewichtersparnis von mehr als 40 vH erreicht. Über dem Hauptarbeitsplatz vor der Wanne und an den Trommelöfen wurde die Schnittfläche der beiden sich rechtwinklig kreuzenden Dächer zu einer hochgehobenen Kuppel ausgebildet, Abb. 4, die mit ihrer 34 m über der Kellersohle liegenden Oberkante eine kräftige Lüftung versprach. Die Höhenlage des anschließenden Querdaches entspricht besondern Bedingungen. Während über den Abstellräumen des Wannengebäudes und dem Schneidhaus flachverlaufende Dächer ausgeführt wurden, erhielt das Streckhaus, Abb. 11, ein steiles, mit einer durchlaufenden Entlüftungshaube versehenes Dach, das außerdem über jedem der 7 vorhandenen Doppelstrecköfen durch einen Giebelausbau unterbrochen wird. Für die Eindeckung wurde Bimsbeton in der Weise verwendet, daß 3 cm dicke Dielen auf eisenbewehrten Sparren aufgenagelt wurden, die zwischen den Flanschen der Pfetten aus I-Eisen ruhen. Statt des vorgesehenen Ruberoids mußte während des Krieges Dachpappe verwendet werden. Aufenthaltsräume für Mannschaften, Bäder und Aborte fanden möglichst in der Nähe der Arbeitsstelle in den untern Geschossen des Wannengebäudes und Schneidhauses ihren Platz. Ein Speiseraum wurde in dem abseits gelegenen Gebäude *l*, Abb. 2, untergebracht.

Beförderung der Rohstoffe.

Den Transportforderungen wurde vor allem das wagerecht verlaufende Anschlußgleis angepaßt; gegen den im Gefälle liegenden Anschluß durch eine Sperrweiche gesichert, wird es zunächst durch eine Zweibogenweiche in zwei Strängen vor dem Kohlenlagerplatz *m*, Abb. 2, und der Hauptgaserzeugeranlage *b* vorbeigeführt, am Eingangstor, der engsten Stelle des Grundstückes, in einem Gleis zusammengefaßt und über die Eisenbahnwage *r* mit durchlaufenden Schienen geführt, dahinter zwischen dem Schneidhaus und dem Stroh- und Holzlager zu zwei Abstellgleisen ausgebildet und an deren einem Ende zu einem Umsetz-, auf dem anderen zu einem Absetzstummel mit Prellböcken geleitet. Auf ein drittes Umlaufgleis wurde verzichtet, da bei der Zustellung die Eisenbahnwagen nicht gezogen, sondern gedrückt werden. Für die Bewegung der Wagen ist eine mit endlosem Seil arbeitende Verschiebvorrichtung von Ernst Heckel, Saarbrücken, ausgeführt worden, deren elektrisch angetriebene Maschine bei *n* unter dem Strohlager aufgestellt ist.

Die Kohlen werden mit der Hand oder durch einen fahrbaren Demag-Dampfgreiferkran nach den beiden in Abb. 5 dargestellten, den halben Tagesbedarf fassenden Entladebunkern oder nach dem Lagerplatz geführt. Eine Bleichertsche Elektrohängebahn mit Hubvorrichtung bringt sie von den Entladebunkern nach den über den Hauptgaserzeugern angeordneten, den Bedarf von zwei Tagen fassenden Vorratbunkern, von wo sie bei geöffnetem Schieber über die gesenkte Klappe unmittelbar in den Fülltrichter des Gaserzeugers laufen. Dieselbe Bahn führt die Kohlen auch nach der Gaserzeugergruppe *e*, Abb. 2. Vom Lagerplatz kann der Brennstoff durch die Feldbahn mit einer Benzollokomotive nach den einzelnen Verbrauchsstellen unmittelbar geführt werden. Auf gleiche Weise können die Schlacken der Gaserzeuger mit Hilfe des Auslegers von der Hängebahn in den Wagen, oder von der Feldbahn nach der Schlackensteinfabrik *o*, Abb. 2, gebracht werden.

Von den Schmelzmaterialien finden Sand und Kalk ihre Lagerplatz in dem umfangreichen Kellerraum des Wannengebäudes, Abb. 4. Sie werden vom Eisenbahnwagen nach dem Lager in der aus Abb. 4 ersichtlichen Weise durch Hängebahnwagen mit Handbetrieb befördert, deren Gleis mit Gefälle von der Ladestelle am Hauptgleis nach den Schüttplätzen im Kreislauf geführt ist und gleichzeitig die Abfuhr der im Wannengebäude und Schneidhaus abfallenden Scherben nach der Verwendungsstelle ermöglicht. Die Soda und das Sulfat werden in fünf unmittelbar neben dem Hauptgleis im Wannenkeller angeordneten Bunkern aufgenommen, von denen der eine, wie aus Abb. 9 ersichtlich, in unmittelbarer Nähe der Mischmaschine liegt. Über dieser Maschine sind auch die den täglichen Bedarf fassenden Behälter für Sand und Kalk so angebracht, daß jeder der drei Schmelzstoffe in ein besonderes, mit Wiegevorrichtung versehenes Gefäß abgezapft werden kann, aus dem er alsdann durch Auskippen unmittelbar nach der Mischmaschine geführt wird. Das Sulfatgefäß ist fahrbar aufgehängt und kann deshalb auch aus einem andern der obenerwähnten fünf Bunker sein Material entnehmen. Der Sand und der Kalk werden mit Feldbahnwagen von der Lagerstelle entnommen und durch Becherwerke den Behältern zugeführt, der Kalk nach Zerkleinerung durch ein Brecherwalzwerk (Abb. 10). Das fertige Gemenge hebt ein anderes Becherwerk in einen Zwischenbunker, aus dem es in einen Hängebahnwagen abgezapft wird, dessen Gleis mit dem auch zum Befördern der Scherben dienenden Gleis zusammentrifft und zu einem Aufzuge führt. Der Aufzug hebt die Wagen zu der hochliegenden Kreisbahn über dem Hauptbunker (Abb. 7 und 8). Dieser hat für das Gemenge und die Scherben besondere Abteile, aus denen mit einem auf einer tiefliegenden Kreisbahn umlaufenden Wiegegefäß das Material entnommen und in den Einlegevorbau der Wanne gekippt wird. Diese Anlage bietet die Möglichkeit, den für die richtige Zusammenstellung des Gemenges verantwortlichen Arbeiter von allen gröberen Förder- und Handarbeiten zu befreien, die Beförderung und die Aufbewahrung der Scherben getrennt zu halten und am Werktag ausreichende Vorräte auch für den durchgehenden Sonntagsbetrieb zu schaffen.

Beförderung der Fertigerzeugnisse.

Die Glaswalzen werden von den Abstellplätzen im Wannengebäude nach denen der Streckhütte auf einem leichten, in Abb. 1[illegible] angedeuteten zweirädrigen Handwagen von jugendlichen Arbeitern befördert. Die aus den Strecköfen entnommenen Glastafeln werden auf Gestellen abgesetzt, die durch einen mit Hubvorrichtung versehenen vierrädrigen Rollbock aufgenommen und im Schneidhaus vor die Tische gestellt werden. In beiden Fällen konnte bei den geringen Gewichten auf die Verwendung eines Gleises zugunsten der zahlreichen, räumlich weit verteilten Auf- und Abladestellen verzichtet werden. Die neben und hinter den Schneidtischen in Abb. 11 angedeuteten Gestelle und Verschläge nehmen das vor und nach dem Schneiden sortierte Glas auf, das, in Kisten verpackt, mit Führerbegleitung in einen Lagerraum gebracht wird. Die leeren Kisten und das Stroh werden mit dem gleichen Aufzug bei der Rückfahrt nach den Packstellen im Schneidraum gebracht.

Wärmewirtschaft.

Zum Schluß sei noch kurz auf die wärmetechnischen Verhältnisse hingewiesen. Die nach besondern Grundsätzen des Hrn. Oberingenieurs Bock ausgebildeten Gaserzeuger mit Mittel- und Randluftzuführung nutzen bei sorgsamer Behandlung den Brennstoff so vollständig aus, daß die Schlacken nicht sortiert zu werden brauchen, sondern unmittelbar zur Herstellung von Zementkalkschlackensteinen benutzt werden können. Der Dampf für die Gaserzeuger wird in sechs über den Trommeln angeordneten Abwärmekesseln und in einem in den Abgaskanal der Wanne im Maschinenhaus eingeschalteten Kessel für 8 at erzeugt. Er wird zunächst nach den Dampfmaschinen des Gleichstrom-Elektrizitätswerks und dann erst als Abdampf nach den Gaserzeugern geleitet. An dieselben Kessel ist auch die Warmwasser-Dampfheizung angeschlossen. Schwankungen im Kraft- und Wärmebedarf werden durch Einschaltung einer Akkumulatorenbatterie und durch zeitweilige Frischgaszuführung zu den Trommelkesseln ausgeglichen. Eine scharfe Überwachung der Zug- und Druckverhältnisse sowie der Temperaturen und eine regelmäßige Analyse der Frisch- und Abgase bieten die Unterlagen für eine den heutigen hochstehenden Forderungen der Wärmeausnutzung gerecht werdende Betriebsführung.

Die Gesamtanlage ist den schwierigen Geländeverhältnissen so angepaßt, daß sie den gestellten Forderungen genügt und eine zeitweise beträchtliche Steigerung der vorgesehenen Glaserzeugung zuläßt. [1660]

Aus der Technik des Glasschmelzofens.

Von Dr.-Ing. H. Maurach, Frankfurt a. M.

Angaben über den Brennstoffverbrauch beim Glasschmelzen. Abhängigkeit des Brennstoffverbrauchs von der Betriebsweise und der technischen Vervollkommnung der Feuerungseinrichtung. Temperaturhöhe und Wärmebedarf. Größenbemessung der Feuerungseinrichtungen. Zahlenmäßige Angaben über ausgeführte Schmelzöfen verschiedener Fachgruppen. Gesichtspunkte für die Ausbildung der Brenner. Flammenbildung und Wärmeaustausch. Größenbemessung der Wärmespeicher. Brennstoffsorten und ihre Behandlung. Notwendigkeit des Erfahrungsaustausches und der Durchführung einheitlicher Versuche zwecks Aufstellung von Richtlinien für den Ofenbau innerhalb der Glasindustrie.

Solange jeder Industrielle für die Feuerungseinrichtungen seines Betriebes den bestgeeigneten Brennstoff wählen und erhalten konnte, war es möglich, diesen nur nach herkömmlichen Betriebserfahrungen zu verbrauchen. Seitdem sich ...r unsere wachsende Brennstoffnot nicht nur in einer Beschrän...ng nach Mengen, sondern auch in einem auffallenden Wechsel ...n Sorten bei der Lieferung äußert, sind die Verbraucher ge...ungen, sich durch sparsame Verbrennung bzw. zweckmäßige ...rgasung der zugeteilten Brennstoffe, unter geänderter Ausbil...ng der Feuerungen und Umstellung in der Bedienung den neuen ...rhältnissen anzupassen.

Die „Wärmetechnische Beratungsstelle der Deutschen Glas...ustrie", Frankfurt a. M., hat in ihrem Bericht über das zweite ...schäftsjahr 1921/22 Anhaltswerte aufgestellt für den Ver...auch von Brennstoffen, um 1 kg fertigen Glases ...z schmelzen, zu küh...l und mechanisch zu ...arbeiten. In Zahlen...tafel 1 sind die An...gaben für die Glas...schmelze zusammenge...stellt. Die Werte für ...Steinkohlen wurden in ...Großbetrieben der Spie...gel-, Tafel- und Fla...schen-Glasindustrie ...auf Grund langjähriger ...Aufzeichnungen und ...durchgeführter Ver...suche gewonnen. Von ...der Hohlglas- und ...optischen Industrie ...liegen noch keine ...einheitlichen Zahlen ...vor[1].

Zusätzliche Bemer...kungen in dem erwähn...ten Bericht sprechen ...den Vorbehalt aus, ...daß dem solche Zahlen ...zunehmen sind, ...wenn sie im Einzelfalle ...als praktischen Ver...gleich herangezogen ...werden. Die Werte für ...das Schmelzen des ...im Ofen unmittelbar ...genommenen Glases einschließlich der durch die Fabrikation ...entstehenden Abfälle sind niedriger. Alle Angaben werden an ...Bedeutung und Zuverlässigkeit gewinnen, sobald weitere Versuche ...und Betriebsergebnisse in größerer Zahl künftighin die Fest...legung der zulässigen Grenzwerte nach oben und der erreichbaren ...nach unten gestatten.

...Zahlentafel 1. Zum Schmelzen von 1 kg Glas erforderliche Brennstoffmengen in kg.

...Brennstoffart	Spiegelglas (Hafenofen) kg	Tafelglas (Wannenofen) kg	Flaschen-Grünglas (Wannenofen) kg
Steinkohlen (7000 kcal)	1,15 bis 1,35	0,9 bis 0,95	1,05 bis 1,15
...raunkohlenbriketts (4800 kcal)	1,7 „ 1,95	1,3 „ 1,4	1,55 „ 1,65
...m. Rohbraunkohl. (4500 kcal)	1,8 „ 2,1	1,4 „ 1,5	1,65 „ 1,8
Torf oder Holz (3500 kcal)	2,3 „ 2,7	1,8 „ 1,9	2,1 „ 2,3
Rohbraunkohle (2300 kcal)	2,5 „ 4,1	2,7 „ 3,0	3,2 „ 3,5

Das Hauptmittel, den Brennstoffverbrauch sparsamer zu ...halten, wird neben der wärmewirtschaftlichen Betriebsführung ...der technischen Vervollkommnung der Betriebseinrichtungen ...zu suchen sein. Um Ersparnisse erzielen zu können, ist es nötig, ...die Abhängigkeit des Verbrauches von Brenn...stoffen in jeder Feuerungsanlage von einzelnen Be...dingungen zu kennen, die zur Erreichung des Fabrikationszweckes eingehalten werden müssen. Als solche sind zu beachten:

1. Temperaturhöhe und Wärmebedarf beim jeweiligen Verfahren.
2. Größenbemessung der Feuerungseinrichtungen.
3. Brennstoffsorte und ihre Behandlung.
4. Bautechnische Ausführung und Betriebsweise.

Temperaturhöhe und Wärmebedarf.

Die aus einem beliebigen Brennstoff gewonnene Wärme muß in industriellen Feuerungen mit genügender Intensität, d. h. zweckentsprechender Temperatur und in den erforderlichen Mengen auftreten. Die Höhe der Temperatur und die Wärmemengen sind je nach dem physikalisch-chemischen Vorgang verschieden. Zur Erzeugung von hochgespanntem Dampf aus Wasser braucht man Temperaturen von etwa 200° C, zum Brennen von Kalksteinen in Kalköfen 900° C, zur Glaserzeugung aus dem Gemisch der Rohstoffe, dem sogenannten „Gemenge", etwa 1400° C, zur Stahlerzeugung 1600° C. Die Temperatur des in die Feuerungseinrichtung eingeführten kalten Wärmegutes: Wasser, Kalkstein, Gemenge, Roheisen, kann nur erhöht werden, wenn die Flammentemperatur beim Verbrennungsvorgang eine Höhe erreicht, die oberhalb der genannten Temperaturgrade liegt. Der Ausgleich des Temperaturgefälles vollzieht sich um so stärker, je höher die Flammentemperatur liegt. Praktisch ist diese durch die Schmelztemperatur der feuerfesten Stoffe begrenzt, aus denen Schmelzöfen und -häfen hergestellt werden, d. h. etwa 1800° C. Die Aufgabe beim Glasschmelzen besteht also nicht allein darin, die erforderliche hohe Temperatur zu erreichen, um die schwer schmelzbaren Stoffe in glühenden Fluß zu bringen und zu halten, sondern auch darin, die Temperatur zu beherrschen, um Gewölbe und Brenner vor dem Abschmelzen zu bewahren.

Abb. 1. Wannenofen von der Schlüpfseite aus gesehen (Guß- und Rohglas).

Das Maß für die Wärmeaufnahme eines jeden Materials ist hauptsächlich bedingt durch seine spezifische Wärme. Diese ändert sich in den verschiedenen Temperaturbereichen. Bei Temperaturen über 1000° C ist sie nur für vereinzelte feste Stoffe ermittelt. Über die bei der Umwandlung der Rohstoffe in Glas verbrauchte chemische Wärmetönung, ebenso über die Schmelzwärme und spezifische Wärme der Rohstoffe und des Glases liegen bis jetzt nur äußerst spärliche und ungenaue Zahlenwerte vor. Die Erforschung aller dieser Größen ist aber von Wichtigkeit, um technisch einwandfrei den Wärmebedarf bei der Glasschmelze aufklären zu können.

Größenbemessung der Feuerungseinrichtungen.

In bezug auf die hochentwickelten Feuerungen von Dampfkesseln und ihre Bedienung mit verschiedenen Brennstoffen verfügt die Technik als Ergebnis tiefgehender wissenschaftlicher Untersuchungen über viele und zuverlässige Zahlenwerte. Dem gegenüber fehlt es in der Glashüttentechnik an der Sammlung planmäßig durchgeführter Versuche und Erfahrungswerte, die eine bestimmte Gesetzmäßigkeit bei der Größenbemessung der Öfen und ihrer Einzelheiten erkennen lassen. Das Ziel der Wärmetechnik innerhalb der Glasindustrie sollte daher auch auf eine kritische Klärung aller den Ofenbau betreffenden Fragen gerichtet sein, wie dies seit Jahren mit Erfolg durch die Eisenhüttenforschung geschieht[1].

[1] Vergl. Brennstoffverbrauch der Glasindustrie Z. 1921 S. 390.

[1] Stahl und Eisen 1910 Heft 2.

Die Abweichungen in der Zusammensetzung des Glases, die sich z. B. beim gewöhnlichen Flaschenglas und beim hochwertigen optischen Glas als Güteunterschiede zeigen, deuten darauf hin, daß die Schmelzöfen der einzelnen Fachgruppen wohl verwandt sind bezüglich des Verwendungszweckes als Schmelzeinrichtungen, im Ausmaß und Betrieb jedoch stark von einander abweichen. Eine umfassende Übersicht wird durch die Verwendung von Wannen- und Hafenöfen erschwert, vergl. Abb. 1 und 2 (Ansichten von Glasschmelzöfen im Betriebe).

In den meisten Glashütten befinden sich veraltete Schmelzöfen. Viele darunter haben trotz Wechsels im Brennstoff und gesteigerter Leistung seit Jahren keine wesentlichen Änderungen erfahren. Sind aber die Einzelabmessungen untereinander erheblich von den ursprünglichen Angaben des Erbauers des Ofens abgewichen, so entsprachen die Erfolge der Änderung meistens nicht den Wünschen des Umbauers. Diese Öfen arbeiten in der Regel unwirtschaftlich. Neuzeitliche Öfen mit vorteilhafteren Abmessungen und hohem Wirkungsgrad sind nur in geringer Zahl vorhanden. Es erscheint daher nicht angängig, ohne weiteres Schmelzöfen in Vergleich zu ziehen, die in ihrer Beanspruchung verschieden sind, und die veralteten Betriebsmittel mit denjenigen zu vergleichen, welche sich der Entwicklung der neuzeitlichen Feuerungstechnik angepaßt haben, um etwa zu brauchbaren Mittelwerten ausgeführter Anlagen zu gelangen.

Abmessungen der Öfen.

In Zahlentafel 2 sind von sieben Schmelzöfen verschiedener Fachgruppen Abmessungen und Betriebzahlen zusammengestellt. Die Zahlentafel zeigt, wie weit man in der Praxis bisher bei vereinzelten Ofenkonstruktionen gegangen ist. Grundlagen sind vorhanden, auf denen sich ein System der wechselseitigen Größenbeziehungen aufbauen läßt. Um feste Richtlinien für den Ofenbau aufzustellen, bedarf es natürlich eines umfangreicheren und nach vereinbarten Gesichtspunkten gesichteten Materials.

Die Abmessungen des inneren Ofenraums eines Wannenofens, Abb. 3 bis 6, sind festgelegt durch die Entfernung zwischen den Längs- und Breitwänden, gemessen in der Höhe der Unterkante der Schöpf- oder Einlege-Löcher (Länge l) bzw. in Höhe der Unterkante der Gasausströmöffnung (Breite b). Das Produkt dieser beiden Größen entspricht annähernd der Fläche des Glasspiegels (s). Bei bogenförmiger Ausbildung der Schöpfseite des Ofens, Abb. 7 u. 8, hat eine entsprechende Berichtigung einzutreten. Da der Fassungsraum für Glas, die eigentliche „Wanne", durchweg einen rechteckigen Querschnitt senkrecht zur Glasspiegelfläche hat, kann man aus dem Glasspiegel und dem Glasstand g, Abb. 3, den Inhalt der Wanne berechnen. Bei e[inem] spezifischen Gewicht von 2,5 nimmt 1 t Glas 0,4 m³ ein. Dieses [W]ert ist jedoch keineswegs einheitlich, denn je nach der chemis[chen] Zusammensetzung schwankt das spezifische Gewicht. Beim [Nor]malglas (6 SiO_2, Na_2O, CaO) beträgt das spezifische Gewicht [2,]5; es erhöht sich beim Zutritt von Schwermetallen bis auf 6,3. In der Praxis sind Glasspiegel von 5 m² an bis hinauf zu 18[0] m² bekannt. Der Glasstand g betrug bei alten Ausführu[ngen] 70 cm; er wird heute auf 110 bis 120 cm, vereinzelt auf 15[0] [cm] gehalten. Ein niedriger Glasstand erfordert sorgsame Bo[den]kühlung, hoher Glasstand trägt zur Läuterung bei. Die Pl[atten] des Gesäßes können hierbei in einer Mindestdicke von 25 cm [ge]halten werden. Die Bodenplatten a bei höherem Glass[tand] werden 30 bis 60 cm dick ausgeführt. Die stärkere Belas[tung] durch erhöhtes Glasgewicht verlangt, den ganzen Unterbau [des] Ofens massiger zu halten.

Durch die Größe des Glasspiegels werden ganz allgemein [die] äußeren Abmessungen des Ofens bestimmt. Da [etwa] 40 vH der aufgewendeten Wärme beim Betriebe des Ofens d[urch] Ausstrahlung des Ofenmauerwerks und durch das Herausschl[agen] der Flammen aus den Türen und Arbeitsöffnungen verloren ge[hen], ist die Größe der Strahlungsfläche, d. i. der gesamten freien Au[ßen]fläche des Ofens, ausschlaggebend für den Brennstoffverbra[uch]. Diese hängt nun hauptsächlich von der Größe des Glasspiegels ab. Deshalb wird man, sofern nicht andere Rücksichten zu neh[men] sind, die Fläche des Glasspiegels so klein wie möglich halten [und] die Abmessungen des Ofens zweckmäßig nicht allein auf das [Ein]satzgewicht in t, [son]dern auch auf die Fl[äche] des Glasspiegels im[mer] als Grundlage für [die] Berechnung bezie[hen].

Die Länge [de]r Wanne l ist in den [ein]zelnen Fachgru[ppen] sehr verschieden, [sie] hat beim Bau von [grö]ßeren Öfen für Flasc[hen]glas 15 m, für Tafel[gl]as bis 30 m erreicht. [Im] Gegensatz zu den [Fla]schenwannen reich[t der] Arbeitsraum bei den [Ta]felglaswannen mit [sei]nen Arbeitsöffnun[gen] auf der Schöpfseite d[ich]ter an die Brennerhe[rde] als bei jenen. Das [Fla]schenglas und das O[rnament]glas werden im al[lge]meinen heißer verar[bei]tet als das Tafel[glas]. Aus diesem Gru[nde] braucht das geschm[ol]zene Flaschenglas n[icht] durch eine so au[sge]dehnte Zone (Läu[ter]raum) wie das Ta[fel]glas durchzuziehen.

Abb. 2. Hafenofen für Spiegelglas (Gußglas).

Bei Hafenöfen, Abb. 7 u. 8, ergeben sich die Abmess[un]gen des innern Ofenraums ebenfalls durch Ermittlung der E[nt]fernung zwischen den Seitenwänden l und Längswänden b. [Die] Höhe h ist von Mitte Gesäß bis zum innern Scheitelpunkt [des] Gewölbes zu messen. Der Glasinhalt des gesamten Ofens erg[ibt] sich aus dem Fassungsvermögen der einzelnen Hafen unter

Zahlentafel 2. Abmessungen und Betriebsangaben von ausgeführten Glasschmelzöfen.

	Abb. 3 bis 6 Wannenöfen für	Länge l m	Breite b m	Höhe h m	Fläche des Glasspiegels s m²	Glasstand g m	Glasinhalt der Wanne m³	(spez. Gew. 2,5) t	Glas auf 1 m² Fläche t	Entnommene Glasmenge in 24 h: Gewicht t	Stärke der vom Spiegel entnommen. Schicht cm	Bruchteil des gesamten Wanneninhalts	Gesamter Rauminhalt des Ofens m³	Freier Raum über dem Glasspiegel m³	Ve[r]... fr. zu sam...
1	Tafelglas	27,0	6,8	3,00	164	1,1	180	450	2,8	63	15,4	1/7,2	465	285	0
2	Tafelglas	24,7	6,35 / 5,00	3,10	125	1,2	150	375	3,0	29	9,2	1/12,9	396	246	0,
3	Ornament- und Drahtglas	12,25 / 11,70	5,8 / 4,5	3,04	52	1,2	62	155	3,0	23	17,6	1/6,8	162	100	0.
4	Flaschenglas	8,22 / 8,08	6,50 / 6,36	2,32	49	0,75	38	95	2,0	13	10,6	1/7,3	93	55	0,

	Abb. 7 u. 8 Hafenofen für	Länge l m	Breite b m	Höhe h m	Gesamter Rauminhalt des Ofens m³	Einzelner Hafen: Rauminhalt l	Glasinhalt l	Glasinhalt (spez. Gew. 2,5) t	Glasspiegel s m²	Anzahl der Häfen	Sämtliche Häfen: Glasinhalt t	Glasspiegel m²	Bruttoausbeute bei einem Gu[ß]: m²	Plattendicke cm	t	Bruch des gesamt[en] Hafen[inhalts]
A	Spiegelglas	10,5	4,0	2,25	80	750	650	1,63	1,15	16	26,0	18,5	456	15	17,00	0,6[illegible]
B	Spiegelglas	11,4	3,87	2,12	83	600	410	1,03	0,96	16	16,5	15,4	400	11	11,00	0,6[illegible]
C	Spiegelglas	4,85	2,30	0,90	10	72	65	0,163	0,24	16	2,6	3,84	72	8	1,44	0,5[illegible]

Abb. 3 u. 4. Schmelzofen für Tafelglas (Wannenofen).

:ksichtigung ihrer normalen Füllung. Der Inhalt eines ein-
:en Hafens schwankt je nach der Ausführung in Größen von
bis 950 l. Der innere obere Querschnitt eines meist ovalen
ens entspricht seinem Glasspiegel. Die gesamte Fläche für den
n (s) leitet sich aus der Anzahl sämtlicher Hafen her.

Nach der Fläche des Glasspiegels richten sich die Ab-
sungen des Gewölbes oder der sogenannten „Kappe". 6,5 m erreicht die Spannweite des Gewölbes von Wannenöfen noch praktisch bequeme Grenze. Während man bei ältern n schon bei kleiner Spannweite mit Rücksicht auf die Halt-keit eine starke Wölbung der Kappe vorzog und den schädigen- Einflüssen einer schlechten Flammenführung durch Hochlegen ganzen Gewölbes auswich, neigt der neuzeitliche Ofenbau r zu flachen und tiefliegenden Konstruktionen. Bei einer nnweite des Gewölbes von 6,5 m sind z. B. die Stichhöhe *f* Gewölbes mit 75 cm und die Scheitelhöhe *c* über dem Glas-gel *c* mit 1,60 m als bewährte Abmessungen anzusehen. Steinstärke *e* des Gewölbes schwankt je nach der Spann-te zwischen 25 und 35 cm.

Der Fassungsraum für flüssiges Glas steht im sten Zusammenhang mit der Ofenleistung, d. i. der in geschmolzenen und dem Ofen entnommenen Glasmenge, aus-rückt in t, bei Beschickung mit normal eingestelltem Gemenge er Zugabe eines bestimmten Gewichtes an Glasabfällen, guter melze und Läuterung des Glases. Diese Ofenleistung ist also t allein durch den Fassungsraum bedingt, sie richtet sich ptsächlich nach der harten oder weichen Einstellung des Ge-ges, seiner Schmelzbarkeit und den Ansprüchen, die man an Güte des zu verarbeitenden Glases stellt. Bei Wannenöfen n die Ofenleistung gesteigert werden, bis unzersetzte Gemenge-teilchen, Bläschen, Rampen und dergl. vom Schmelzraum über den Läuterraum hinweg in den Arbeits- oder Schaffraum treten und dadurch das zur Verarbeitung entnommene Glas unbrauchbar machen. Hat demnach, wie oben erwähnt, der Glasstand schon einen bedeutenden Einfluß auf die Güte des Glases, so ist die höchstzulässige Durchflußgeschwindigkeit des Glases in der Wanne von der Einlege- bis zur Schöpfseite dafür mitbestimmend. Nach Erfahrungen kann man annehmen, daß im Wannenofen innerhalb 24 h rechnerisch eine Glasschicht, über die ganze Glasspiegelfläche verteilt, in einer Dicke von 10 bis 15 cm, d. i. ungefähr $^{1}/_{7}$ des konstanten Einsatzgewichts der Wanne, nachschmilzt. Die Ofenleistung wird mancherorts gehoben durch weichere Einstellung des Gemenges und erhöhten Zusatz von Scherben oder Glasbrocken. Sie geht in diesen Fällen häufig auf Kosten der Güte des Glases. Bei bescheideneren Anforderungen an diese ist es in einzelnen Fachgruppen auf solche Weise möglich, die Ausbeute der Öfen, insbesondere bei maschineller Verarbeitung der Glasmasse, zu steigern, ohne den Kohlenverbrauch gleichzeitig zu erhöhen.

Der freie Ofenraum über dem Glasspiegel bei Wannenöfen, zwischen und über den Schmelzhäfen bei Hafenöfen, muß so bemessen sein, daß die Entfaltung der Flamme zur genügenden Wärmeübertragung in allen Teilen des Ofens, d. h. eine vollkommene Verbrennung der eingeführten Gasmengen im Ofen selbst, gesichert ist. Während der verhältnismäßig kurzen Zeit des Aufenthaltes der Verbrennungsgase im Ofenraum muß diesen eine möglichst große Wärmemenge entzogen werden, bevor sie der Zug des Schornsteins absaugt. Der Zufluß und der Abfluß der einströmenden Frischgase bzw. abströmenden Abgase soll im Gleichgewicht stehen. Das Gemenge, woraus 100 kg Glas hergestellt werden, entwickelt selbst ungefähr 16 m³ flüchtige Erzeugnisse, d. s. rd. 2 vH der Rauchgase, die zum Schmelzen von 100 kg Glas durch den Ofen ziehen. Auf einen so geringen Anteil braucht der Ofenkonstrukteur keine Rücksicht zu nehmen, da der Betrieb des Ofens durch alle übrigen Einflüsse, wie Veränderung der Erzeugung, Wechsel der Gaszufuhr usw., weit größeren Schwankungen unterworfen ist.

Brenner.

Einen wesentlichen Teil aller Schmelzöfen für Glas bilden die Brenner. Man versteht darunter gemauerte Kanäle, aus denen das Gas und die Luft in den Ofenraum bezw. die Abgase aus dem Ofenraum strömen. Meist treten das Gas und die Luft aus gesonderten, aber nahe beieinander liegenden Öffnungen in den Ofen und vermengen sich unter Entwicklung einer Flamme darin nach und nach. Vielfach findet aber auch schon eine Vereinigung von Gas und Luft innerhalb der Brenneröffnung statt.

Abb. 5 und 6. Schmelzofen für Guß- und Rohglas (Wannenofen).

Die Abmessungen der Ausströmöffnungen sind mitbestimmend für die Länge der Flamme und die Verteilung der entwickelten Wärme auf eine längere oder kürzere Strecke. Die Möglichkeit einer gleichmäßigen Verteilung der Wärme auf eine größere Fläche ist der Hauptvorteil, den die Gasfeuerung vor allen andern mit sich führt. Es ist nicht möglich, für die Weite und Form der Öffnungen feste Regeln aufzustellen. Der Ofenbauer ist meist auf seine Erfahrung angewiesen, die ihn oft viele Mißerfolge gekostet hat. In Zahlentafel 3 sind für die Öfen der Zahlentafel 2, von denen die Abmessungen der Einströmöffnungen für Gas und Luft bekannt sind, die Geschwindigkeiten zusammengestellt. Um einen Vergleich zu ermöglichen, sind für alle Öfen folgende gemeinsamen Annahmen gemacht worden:

Aus 1 kg Steinkohlen von 7000 kcal werden 4 m³ trockenen Gases (0°, 760 mm Q.-S.) mit 60 g Feuchtigkeit, entsprechend 0,075 m³ Wasserdampf in 1 m³ trockenen Gases, also zusammen rd. 4,3 m³ feuchten Gases von 0°,760 mm Q.-S. erzeugt. 1 m³ trockenen Gases soll mit 1,5 m³ Luft verbrannt werden. Die für den Ofen erforderliche Luftmenge bei Normalbedingungen beträgt demnach 6 m³ für 1 kg verstochter Kohlen. Unter Berücksichtigung der Kontraktion bei der Verbrennung und der aus der Gemengezersetzung herrührenden Gase kann die Abgasmenge mit rd. 10 m³/kg Kohlen durchschnittlich angenommen werden. Die Temperaturen seien durchschnittlich angenommen: im Gasbrenner mit 950° C, im Luftbrenner 1150° C, im Abgasbrenner 1250° C.

Abb. 7 u. 8. Schmelzofen für Spiegelglas (Hafenofen).

Zahlentafel 3. Brennerabmessungen und Strömgeschwindigkeiten.

Nr.	Brennstoffverbrauch Steinkohlen 7000 kcal		Rauminhalt m²/s			Einströmquerschnitt		Brennerschächte Querschnitt		Geschwindigkeiten m/s		
	t/h	kg/s	Gas (950° C) m³	Luft (1150° C) m³	Abgase (1250° C) m³	Gas m²	Luft m²	Gas m²	Luft m²	Einströmung Gas	Einströmung Luft	Ausströmung Abgase
1	35	0,405	7,82	12,70	22,68	2,52		1,31	1,80	8,15		9,0
2	23	0,266	5,14	8,33	14,89	1,20	1,65	1,58	2,16	4,28	5,05	5,23
3	18,5	0,214	4,15	6,71	11,98	0,53	0,92	0,84	0,95	7,83	7,28	8,26
4	11,8	0,137	2,64	4,29	7,66	0,25	0,32	0,27	0,35	10,56	13,41	13,4
A	16,5	0,191	3,70	6,00	10,72	1,15		0,54	0,54	8,4		9,3
B	13,5	0,156	3,00	4,90	8,72	0,47	0,60	0,66	0,78	6,4	8,2	8,2
C	3,5	0,040	0,78	1,27	2,36	0,21		0,18	0,23	8,55		9,42

Demnach errechnen sich die Raummengen, die in den Brenneröffnungen, bezogen auf 1 kg Kohlen, auftreten, für Gas mit 19,3, Luft 31,3 und Abgas 56,0 m³.

Die Grundlage für die Berechnung bildet die mit einem bestimmten Wärmeinhalt in 1 s in den Ofen tretende Gasmenge (s. auch Zahlentafel 6), ohne Rücksicht auf ihre Entstehung. Sinkt der Wärmeinhalt des Gases infolge schlechter Arbeitsweise der Gaserzeuger, erreichen Luft und Gas nicht mehr die wärmetechnisch vorteilhafte Vorwärmetemperatur in den Wärmespeichern oder wird ein hochwertigeres Gas (z. B. Koksofengas) verwendet, so sind auch die Querschnittsmaße der Brenner nicht mehr zutreffend für normale Betriebsverhältnisse. In Zahlentafel 3 sind die berechneten Geschwindigkeiten angegeben, für Gas 4,28 bis 10,5 m/s, Luft 5,05 bis 13,4 m/s, für Abgas 5,23 bis 13,4 m/s. Diese Werte sind bedeutend niedriger als z. B. bei den Siemens-Martinöfen der Stahlindustrie, wo sie je nach der Ausführung in Grenzen zwischen 22 und 50 m/s liegen und somit der Geschwindigkeit des Sturmwindes gleichen. Mit größeren Geschwindigkeiten der Feuergase wird die Wärmeübertragung an das Schmelzgut verbessert. Es fragt sich jedoch, ob die Reaktionsgeschwindigkeiten bei der Erzeugung des Glases aus dem Gemenge eine vollkommene Ausnutzung der erhöhten Wärmezufuhr gestatten. Die Frage über die Vorteile einer Erhöhung der Gas- bzw. Luftgeschwindigkeiten zwecks Abkürzung der Schmelzdauer sollte untersucht werden.

Ausbildung der Flamme.

Die Richtung und die Gestalt der Flamme sind von der Bauart des Brenners abhängig. Abb. 9 und 10 geben verschiedene Ausführungsformen wieder. Von dem abwechselnden Nebeneinandersetzen der Einströmungsöffnungen für Luft und Gas, wie es früher stets üblich war, ist man abgekommen. Der Anordnung lag die Überlegung zugrunde, daß man in derselben Zeit die gleiche Gasmenge anstatt aus einer einzigen großen Öffnung aus mehreren kleinen Öffnungen unter gleichem Druck ausströmen lassen kann. In beiden Fällen ist die dem Ofen zugeführte Wärmemenge dieselbe; im letzten Fall verkürzt man aber die Länge der Flamme infolge Erhöhung der Zündgeschwindigkeit durch die bessere Mischung von Gas und Luft. Die Wahl der Neigung, unter welcher Gas- und Luftströme bei ihrem Eintritt in den Ofenraum auf den Glasspiegel einsetzen, wird ebenso versuchsmäßig gehandhabt wie diejenige der übrigen Größen. Die Luft oberhalb des Gases und nicht seitlich dazu zuzuführen ist ein Grundsatz, der beinahe durchweg Anerkennung findet. Die Flamme soll gewissermaßen auf den Glasspiegel gedrückt werden (Abb. 11). Das Gewölbe, die Seitenwände und die Brennerköpfe auf der Abzugseite bleiben von ihr unberührt, da ein sorgsam darüber geführter Luftstrom diese Teile gewissermaßen schützt. Der Druckverlust der Gase durch Reibung in den Zügen ist dem Verhältnis des Umfanges zur Querschnittfläche des betreffenden Zuges umgekehrt proportional. Hieraus folgt, daß der rechteckige (quadratische) Querschnitt schon mit Rücksicht auf die gute Verteilung der Flamme über die Breite des Ofens vorzuziehen ist.

Bei der Bemessung der Brenner ist die Kenntnis vom Wesen der Flamme wichtig. Sie ist nichts anderes als eine Begleiterscheinung bei der Vereinigung von Luft und Gas, die sich unter Entwicklung von Wärme und Licht vollzieht. Die Länge der Flamme, ihre Richtung und die Übertragung der von ihr entwickelten Wärme hängt von einer Reihe von Umständen ab. Die Ausströmgeschwindigkeit von Luft und Gas, ihre Vorwärmetemperatur, der Druck, die Entzündungstemperatur, die Verbrennungsgeschwindigkeit sind von Einfluß aufeinander. Für die Praxis würde es einen Gewinn bedeuten, wenn man die Veränderlichen in ihrem ursächlichen Zusammenhang erforscht hätte. Theoretische Berechnungen haben keinen Zweck, so lange nicht dieser gegenseitige Einfluß zahlenmäßig festgestellt ist. In der Glasindustrie wird in dieser Beziehung das Ergebnis schwieriger Forschungsarbeiten abzuwarten haben.

Der Wärmeaustausch von der Flamme zum Glas ist kein einheitlicher Vorgang. Er vollzieht sich zunächst durch unmittelbare Strahlung. Da aber die Flammen im Gegensatz zu den festen Körpern ein ganz geringes Strahlungsvermögen haben, so spielt die unmittelbare Strahlung der Flamme auf den Glasspiegel nur eine untergeordnete Rolle. Durch Vermittlung eines dritten Körpers, der durch die werdende Flamme erhitzt wird und seine Wärme an das umschlossene Wärmegut in einer Art Rückstrahlung abgibt, kommt jedoch der Strahlung auf mittelbarem Wege eine bevorzugte Bedeutung zu. Diese vermittelnde Aufgabe übernehmen die Innenwandungen des Gewölbes, sowie alle miterhitzten Ofenteile. Nehmen wir z. B. an, daß das Gewölbe eines Glasschmelzofens auf 1430° C erwärmt ist und die Temperatur der Oberfläche des Glasspiegels 1350° C beträgt, so läßt sich auf einfache Weise berechnen, daß die von 1 cm² des Gewölbes ausgestrahlte Wärme 0,2 cal/s ausmacht. Obwohl diese rückgestrahlte Wärme durch eine so kleine Zahl angegeben wird, ist ihre Gesamtmenge bei der Ausdehnung des inneren Ofenmauerwerks außerordentlich groß. Der Übertragung der Wärme durch Leitung auf dem Wege der unmittelbaren Berührung der Flamme mit dem Wärmegut kommt die größere Bedeutung zu. Dieser Übergang ist augenblicklich.

Hinzu kommt noch, daß innerhalb des Ofenraumes Luft und Gas sich je nach Maßgabe der spezifischen Gewichte schichten. Die heißesten und leichtesten Bestandteile de[illegible]

Gases bzw. der Luft sammeln sich längs des Gewölbes. Die Geschwindigkeit der Abgase ist niedrig genug, um diese Schichtung zu ermöglichen.

Diese Vorgänge führen praktisch zu drei Forderungen, nämlich:

1. die Erwärmung des Gewölbes und der Ofenwandungen durch die angesammelten heißen Gase bis an die Grenze des Möglichen durchzuführen, da die Rückstrahlung dem schmelzenden Glase wieder zugute kommt;
2. die Neigung der Brenner so auszuführen, daß die eintretende Flamme zur Erhöhung der spezifischen Wärmeübertragung auf den Glasspiegel aufstößt;
3. die Brenneröffnungen möglichst tief an den Glasspiegel heranzulegen, damit beim Absaugen durch den Schornstein die kältesten Verbrennungsgase zuerst entweichen, d. h. diejenigen, deren Wärme am vollkommensten ausgenutzt ist.

Wärmespeicher.

Alle in den vorliegenden Zahlentafeln angeführten Öfen sind mit zwei Paar Wärmespeichern (Regeneratoren) zur Ausnutzung der Abgaswärme für die Vorwärmung des Gases und einer bestimmten Wärmeleitzahl für Schamotte mit 0,5 bis 0,8[3]) unsicher, da die Gitterwerksteine im Betriebe mit der Zeit meist einen glasurartigen Überzug erhalten und durch Staubablagerung eingehüllt werden. Die Wärmeleitfähigkeit dieses Staubes ist ungefähr zehnmal geringer als die der Steine.

Da das Verhältnis zwischen der Heizfläche und dem Rauminhalt des Gitterwerks bei den gebräuchlichen Anordnungen fast unveränderlich, jedenfalls aber leicht bestimmbar ist, geht man bei der Bemessung meist von erfahrungsmäßig gewonnenen Werten für den Inhalt des Gitterwerks aus. Bei normalen Wannenöfen findet man etwa 0,8 bis 1,2 m³ Gitterwerk auf 1 m² Glasspiegel oder 0,25 bis 0,37 m³ Gitterwerk auf 1 m³ Ofenraum. Bei Hafenöfen liegen die entsprechenden Werte mehr als doppelt so hoch. Die Verteilung des Gitterwerks auf Gas- und Luftkammern regelt sich nach dem vom Gas bzw. von der Luft aufzunehmenden Wärmemengen.

In den meisten Fällen ist an die Luft eine größere Wärmemenge zu übertragen als an das Gas, da die Luftmenge größer ist und vorteilhaft auf eine höhere Temperatur vorgewärmt wird, als das Gas. Geshalb werden die Luftkammern p oft von vornherein größer bemessen. Sie erhalten bei gleicher Höhe und gleicher

Abb. 9. Brenner für Wannenofen (Gas und Luft werden bereits im Brenner gemischt).

Abb. 10. Brenner für Spiegelglas-Hafenofen mit verstellbarer Zunge.

Abb. 11. Brenner nach Gobbe-Klattenhof mit Ober- und Unterluft (starke Auffallwinkel).

Zahlentafel 4. Abmessungen von Wärmespeichern (vergl. Abb. 3 bis 8).

Nr.	Lichte Höhe in m	Lichte Breite der Gaskammer o m	Lichte Breite der Luftkammer p m	Lichte Länge des Gitterwerks n m	Lichte Höhe des Gitterwerks q m	Rauminhalt Gaskammer V_g m³	Rauminhalt Luftkammer V_l m³	Rauminhalt $V_g + V_l$ m³	Gitterwerksraum $G + L =$ m³	Verhältniszahlen $\frac{V_l}{V_g}$	Verhältniszahlen Gitterwerk auf 1 m² Glasspiegel m³	Verhältniszahlen Gitterwerk auf 1 m³ Ofenraum m³
1	4,1	1,35	1,75	16,5	3,06	89	116	205	68 + 88 = 156	1,3	0,95	0,33
2	3,0	2,05	2,05	12,1	2,07	72	72	114	51 + 51 = 102	1,0	0,82	0,26
3	2,6	1,58	1,58	8,7	2,2	35	35	70	30 + 30 = 60	1,0	1,15	0,37
4	2,53	1,00	1,25	5,5	1,75 *L* 2,0 *G*	13,6	17,0	30,6	9,6 + 13,7 = 23,3	1,25	0,48	0.25
A	3,1	1,8	2,0	5,5	2,3	30	33	63	23 + 25 = 48	1,1	2,6	0,60
B	3,2	1,8	2,0	6,2	2,6	35	39	74	29 + 32 = 61	1,1	4,0	0,69
C	2,0	0,96	0,96	2,9	1,6	5,5	5,5	11,0	4,4 + 4,4 = 8,8	1,0	2,3	0,88

er Luft ausgestattet. Die vier Kammern des Wärmespeichers 2 Gas- und 2 Luftkammern), von denen ein Paar im regelmäßigen Wechsel von den Abgasen durchströmt wird, sind unmittelbar unter dem Ofen angeordnet, und zwar entweder parallel ur Längsrichtung des Ofens (Richtung der Gewölbeerzeugenden) der quer dazu. Im ersten Fall liegen entweder alle 4 Kammern nebeneinander oder je 2 paarweise hintereinander. Im letzteren alle liegen alle vier nebeneinander.

Die Kammern sind überwölbte, kastenförmige Räume, die bis u einer bestimmten Höhe mit einem Gitterwerk aus Schamottesteinen ausgesetzt sind. Das Gitterwerk ist auf den sogenannten Bogensteinen" aufgebaut, welche die unter den Kammern hinziehenden Kanäle abdecken. Diese „Unterkammern" sind die Fortsetzung der von den Wechselvorrichtungen zu den Kammern führenden Kanäle. Die Verbindung zwischen den Unterkammern und den Kammern wird durch Schlitze zwischen den Bogensteinen hergestellt. Die Höhe m der Kammern wird von der Oberkante der Bogensteine aus gerechnet.

Für die Abmessungen der Kammern lassen sich ebensowenig wie für die andern Teile des Ofens allgemein gültige Normen feststellen. Sie müssen sich dem Zweck des Wärmespeichers (Erreichung einer bestimmten vorgeschriebenen Vorwärmtemperatur des Gases und der Luft bei möglichst geringen Baukosten und Wärmeverlusten) anpassen. Die Hauptmasse der zu den Öfen der Zahlentafel 2 gehörigen Kammern und einige wichtige Verhältniszahlen sind in Zahlentafel 4 zusammengestellt.

Zur Aufnahme einer bestimmten Wärmemenge aus den Abgasen und zur Abgabe der Wärme an das Gas und die Luft muß das Gitterwerk eine entsprechend große Heizfläche haben. Eine genaue Berechnung dieser Heizfläche ist bis jetzt nicht möglich, vor allem deshalb, weil für den Wärmeübergang zwischen den Steinflächen und den strömenden Gasen in Abhängigkeit von hohen Temperaturen und der Strömungsgeschwindigkeit genaue Ermittlungen fehlen. Insbesondere ist die Annahme Länge eine bis um etwa 30 vH größere Breite q als die Gaskammer o, vgl. Abb. 3 bis 8. Bei der Bemessung der Höhe des Gitterwerks q ist zu überlegen, daß die erzielbare Vorwärmetemperatur begrenzt ist durch die Temperatur der obersten Steinlagen, die unabhängig von der Bauart und Größe der Kammer hauptsächlich von der Temperatur der aus den Brennenschächten in die Kammer einströmenden Abgase beeinflußt ist. Ist die Kammer so hoch ausgesetzt, daß das Temperaturgefälle zwischen den obersten Steinlagen und der vorzuwärmenden Luft- oder Gasmenge einen möglichst geringen Wert erreicht, so bringt eine weitere Erhöhung keinen wärmetechnischen Vorteil. Die Abgase verlassen die höhere Kammer wohl mit geringerer Temperatur, geben also mehr Wärme an die Steine ab; dieses Mehr geht jedoch zum größten Teil durch Strahlung und Leitung an die Umgebung verloren.

Der freie Raum zwischen der obersten Gitterwerksteinlage und dem Kammergewölbe ist etwa 0,4 bis 1,0 m hoch. Er soll, besonders bei größerer Kammerbreite, nicht zu niedrig sein, damit sich die aus den Brennerschächten strömenden Abgase gut über den Querschnitt verteilen. Das Kammergewölbe wird man vorteilhaft in halbkreisförmigem Bogen ausführen, um den Druck auf die Seitenwände gering zu halten.

Die Höhe m der Kammer beeinflußt auch den Auftrieb des heißen Gases und der heißen Luft, der diese in den meisten Fällen in den Ofen befördert. Von diesem Gesichtspunkt aus ist eine große Höhe vorteilhaft. Bei der Wahl der Höhe sollen auch die Grundwasserverhältnisse berücksichtigt werden.

Die Länge n der Kammer ist durch ihre Lage in bezug auf den Ofen und die Anordnung der Brenner bedingt. Tote, d. h. nicht dauernd bestrichene Räume sind möglichst zu vermeiden. Die Breite der Kammern ergibt sich nach der Wahl der Höhe und der Länge aus dem Rauminhalt.

[3]) Hütte, Taschenbuch für Eisenhüttenleute, 2. Aufl. Berlin 1922 2. Abschn. D S. 253.

Eine Berechnung der Kammerabmessungen auf Grund der Geschwindigkeit der hindurchströmenden Luft- und Gasmenge ist nicht zu empfehlen, da die Strömung meist nicht in senkrechter oder wagerechter Richtung, sondern schräg zwischen den Unterkammern und den Brennern verläuft. Die Strömungsquerschnitte können also nicht eindeutig angegeben werden.

Es wird angestrengter Versuchs- und statistischer Arbeit bedürfen, um das heute noch in vieler Beziehung ungeklärte Gebiet des Baues und der Berechnung von Wärmespeichern wissenschaftlich zu durchdringen[1]).

Die Wärmespeicher sind durch feuerfest ausgemauerte Kanäle mit den Umsteuervorrichtungen und diese durch gleiche Kanäle mit den Gaserzeugern bzw. der Esse verbunden. Es würde zu weit führen, auf die Einzelheiten dieser Teile der Ofenanlage einzugehen. Für den Ingenieur von großem Interesse ist auch die Frage der Verankerung des Ofens, die das Mauerwerk zusammenhält und Verwerfungen durch die Hitze verhindert. Weiterhin sind eingehende Betrachtungen anzustellen über die zum Ofenbau nötigen Stoffe und ihr Verhalten bei verschiedenen Temperaturen.

Die Brennstoffsorte und ihre Behandlung.

Die Eignung der verschiedenen Brennstoffsorten für die Zwecke des Glasschmelzens zu prüfen, gehört nicht in den Rahmen dieser Ausführungen. Der Übergang von den hochwertigen Steinkohlen zu den minderwertigen Braunkohlen unter dem Zwang der Verhältnisse ist im Gang. Die Erfahrungen mit der Vergasung minderwertiger Brennstoffsorten gestatten heute noch kein abschließendes Urteil.

In erfreulichem Maße macht sich innerhalb der Glasindustrie eine Abkehr von den veralteten Siemensgaserzeugern oder „Schüttungen" mit Plan- und Treppenrost bemerkbar. Neuzeitliche Gaserzeuger finden Eingang weniger infolge der Möglichkeit, diese Gaserzeuger zu stärkeren Leistungen heranzuziehen, als vielmehr wegen der Unabhängigkeit von den Launen des Wetters und den geringern Brennstoffverlusten beim Ascheziehen.

In Zahlentafel 5 sind Angaben über die Gaserzeuger der Ofenanlagen 1 bis 4 bzw. A bis C zusammengestellt.

Zahlentafel 5. Gaserzeuger und ihre Beanspruchung.

Nr.	Brennstoffverbrauch (Steinkohlen 7000 kcal) t in 24 h	Brennstoffverbrauch kg auf 1 kg geschmolzenen Glases	Gaserzeuger Bauart	Gaserzeuger Anzahl	Schachtquerschnitt eines Gaserzeugers m²	Schachtquerschnitt insgesamt m²	Beanspruchung kg für 1 m² und h
1	35,0	0,56	Rundschacht mit Gebläsewind u. Dampf	7	5,31	37,17	40
2	23,0	0,79	Siemensgaserzeuger mit natürl. Zug	11	2,2	24,2	40
3	18,5	0,80	desgl.	4	2,56	10,24	75
4	11,8	0,91	desgl.	5	2,15	10,75	46
A	16,5	1,10	Rechteckiger Schachtquerschnitt	3	3,08	13,92	50
			Rundschacht mit Gebläsewind u. Dampf	1	4,68		
B	13,5	1,23	Wilsongaserzeuger	3	4,44	13,32	42
C	3,5	2,43	Saxonia-Drehrost	1	5,31	5,31	28

Der Vergleich mit den Beanspruchungen der Gaserzeuger in andern Industrien, in denen Gaserzeuger mit Zufuhr von Gebläsewind und Dampf stärker verbreitet sind, zeigt, daß die Leistungen der Gaserzeuger weit unterhalb der Grenze der zulässigen Werte stehen. Je größer der für einen Ofen verfügbare Schachtquerschnitt der Gaserzeuger ist, um so gleichmäßiger kann der Gang der letzteren gehalten werden. Der Vorgang des Glasschmelzens bedarf einer außerordentlichen Gleichmäßigkeit der Ofenführung. Treten durch Stochen oder Entschlacken am Gaserzeuger merkliche Veränderungen im Gasdruck und in der Gaszusammensetzung ein, so ist der glatte Betrieb, besonders der ununterbrochen arbeitenden Wannenöfen gefährdet. Um von einer Vergasung von 25 kg/m² zu einer von 100 kg/m² überzugehen, zwischen welchen Ziffern die Leistungen in der Praxis sich meist bewegen[2]), muß der Winddruck auf das Sechzehnfache gesteigert werden. Wird der Winddruck im Gaserzeuger stark erhöht, so wird auch mehr Staub im Gas mitgerissen, auf dessen Beseitigung bei Glasschmelzöfen besonders großer Wert gelegt wird. Bei der geringen Beanspruchung der Gaserzeuger in Glashütten werden die Gaskanäle auch mit Rücksicht auf die Staubablagerung sehr weit angelegt.

Zahlentafel 6 zeigt, daß die aus den üblichen Brennstoffen hergestellten Gase im Durchschnitt denselben Heizwert haben.

Zahlentafel 6. Zusammensetzung in Volumen-Hundertteilen und Heizwerte von Generatorgas aus verschiedenen Brennstoffen.

	Steinkohlen	Rohbraunkohlen	Braunkohlenbriketts	Torf	Koksofengas
Wasserstoff H_2 . .	12,0	11,3	7,5	11,0	50,5
Sumpfgas CH_4 . .	2,0	0,6	2,0	4,0	29,2
Schwere Kohlenwasserstoffe C_nH_n	0,2	0,2	0,4	—	—
Kohlenoxyd CO . .	24,4	23,4	31,5	19,1	6,3
Kohlensäure CO_2 .	7,0	8,8	3,5	11,7	2,2
Stickstoff N_2	54,4	55,7	55,1	54,2	9,4
Spez. Gew.	1,153	1,184	1,180	1,186	0,524
Heizwert kcal/m³ .	1250	1084	1390	1220	4330

Stark weicht dagegen das Koksofengas ab mit einem geringen spezifischem Gewicht und einem außerordentlich hohen Heizwert.

Die Verbesserung der Gasbeschaffenheit durch Dampfzusatz führt dazu, daß zu seiner Verbrennung im Ofen verhältnismäßig mehr Luft (Zweitluft) erforderlich ist als bei der Verbrennung des schlechten Gases. Infolgedessen werden an die Kammern für die Vorwärmung der Luft größere Anforderungen gestellt und wird wärmetechnisch der Wirkungsgrad der ganzen Anlage erhöht.

Bautechnische Ausführung und Betriebsweise.

Sind schon bei der Bemessung der Größen von Glasschmelzöfen theoretische Überlegungen bisher hintenan gestellt worden, so fallen sie beim Bau gänzlich fort. Die meisten Glashütten bauen ihre Öfen selbst mit eigenen Maurerkolonnen. Die Mehrzahl der Betriebsleiter geht dabei instinktiv und unbekümmert nach alten bewährten Vorbildern vor. Die Begabung des Ofenbauers offenbart sich hauptsächlich in dem Herausfinden der geeignetsten Formen und Abmessungen für Gas- und Luftbrenner. Je nach den örtlichen Bedürfnissen entwickeln sich Liebhabereien, die stellenweise sogar den Patentschutz erstreben. Mit dem überlieferten Bauwerk sucht der Betriebsmann fertig zu werden und übernimmt mit Widerstreben eine neue Ofenbauart, die der fortschrittliche Glashüttenbesitzer einzuführen wagt. Wie eine scharfe Betriebsüberwachung im Sinn unserer wärmewirtschaftlichen Bestrebungen Platz gegriffen hat, so wird auch bei der Errichtung von Öfen die Wärmetechnik mehr als bisher zu beachten sein. Werden die Ersparnisse am Brennstoff bei der ersteren durch sachgemäße Führung des Ofens erreicht, so will die neuzeitliche Ofentechnik die Wirtschaftlichkeit des Ofens von Hause aus auf den höchsten Grad der Vollkommenheit bringen. Dies kann aber nur geschehen, wenn wechselseitig Betriebs- und Bauführung verständnisvoll mit Wissenschaft und Technik in Erfahrungsaustausch treten. Es empfiehlt sich daher, in den einzelnen Fachgruppen planmäßig wärmewirtschaftliche Untersuchungen nach vereinbarten Gesichtspunkten an Öfen gleicher Art durchzuführen, um an Hand der Ergebnisse feste Richtlinien für den Bau der Glasschmelzöfen aufstellen zu können. [1739]

Das Kühlen des Glases.

Von Dr. F. Eckert, Berlin.

Zweck der Kühlung. Physikalische Erscheinungen beim Abkühlen. Auftreten von Spannungen. Das „Härten" des Glases. Wärmefeste Gläser. Einfluß der Glasform auf den Kühlvorgang. Sonderbehandlung des optischen Plattenglases.

Unter Kühlung des Glases versteht man einen praktisch hinreichenden Ausgleich innerer Spannungen durch Wärmebehandlung. Glas als Werkstoff wird in der Hauptsache durch seine Durchsichtigkeit und Härte im kalten Zustand und durch die Möglichkeit mannigfacher Formgebung gekennzeichnet, die durch seine Bildsamkeit bei hohen Temperaturen gegeben ist. Die Abkühlung von diesen hohen Temperaturen auf die niedrigen muß nun so geleitet werden, daß einerseits keine Gefahr des Zerspringens eintritt und anderseits Formänderungen (besonders bei Hohl- und Preßglas) vermieden werden. Der Übergang vom zähflüssigen in den quasi-festen Zustand geht beim Glase stetig vor sich, da es als unterkühlte Flüssigkeit keinen bestimmten Schmelzpunkt aufweist. Erstreckt sich dieser Übergang über einen großen Temperaturbereich, so spricht man von einem „langen", im andern Falle von einem „kurzen" Glas. Für die Verarbeitung, insbesondere an der Pfeife und Lampe, sind „lange" Gläser erwünscht, die meist auch weniger Schwierigkeiten bei der Kühlung bereiten.

Um die Art und Weise, wie die Kühlung zu leiten ist, zu verstehen, muß man sich die physikalischen Vorgänge vergegenwärtigen, die zu den innern Spannungen führen. Dabei sind die zeitlich vorübergehenden Spannungen, erzeugt durch das für den Wärmeentzug bei der Abkühlung nötige Temperaturgefälle, von den dauernden, bleibenden Spannungen zu unterscheiden. Diese letzteren entstehen im allgemeinen dadurch, daß der Bild-

[1]) Herm. Preußler, „Zur Theorie und Berechnung von Wärmespeichern und Winderhitzern" Breslau 1920; ferner Stahl u. Eisen 1923 S. 458.

[2]) Wärmetechn. Beratungsst. d. deutschen Glasindustrie (W. B. G.). Gaserzeuger für industrielle Betriebe, Berlin 1921. Verlag des Vereines deutscher Ingenieure C 337, S. 8 u. 9.

ımkeitsgrad bzw. die elastischen Eigenschaften des Glases ausesprochen abhängig von der Temperatur sind und infolgedessen ›r Spannungsausgleich in den einzelnen Teilen des Glases mit ›r verschiedenen Wärmevergangenheit dieser einzelnen Teile ›rschieden ist.

Kühlvorgang.

Durch den Begriff „Wärmevergangenheit" ist schon an-deutet, daß bei der Kühlung nicht nur die Temperaturen, son-ern vor allem auch die Zeit eine wichtige, wenn nicht ausschlag-bende Rolle spielt. Ohne auf theoretische Einzelheiten einzu-hen, wollen wir uns die Vorgänge bei der Abkühlung eines be-ebigen Glasstückes betrachten und das Hereinspielen der ein-lnen physikalischen Eigenschaften dabei verfolgen.

Zunächst befindet sich das Stück auf gleichmäßig hoher emperatur, so daß es durch und durch bildsam ist, was z. B. ›i gewöhnlichem Spiegelglas bei etwa 800 bis 900 ° C der Fall ›t. Für schnelle Formgebung (Pressen und Blasen) sind noch öhere Temperaturen notwendig. Bei der Verarbeitung nun wird ›r Oberfläche durch die Berührung mit Luft oder dem Werk-ug ziemlich schnell Wärme entzogen, so daß sie bald erstarrt. ei der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Glases erstreckt sich iese Zone aber nicht sehr weit ins Innere. Das Innere verliert eine Wärme anfangs überhaupt ıehr durch Ausstrahlung als urch Leitung, was mit der eitgehenden Durchlässigkeit des ilases für Wärmestrahlen (bis twa 8 μ) im Zusammenhang teht. Nach der Erstarrung er äußeren Hülle ist die Form-ebung beendet, und die Küh-ıng muß beginnen. Ist der Gegen-tand von verhältnismäßig großer lasse gegenüber seiner Ober-äche, z. B. sehr dickwandig, so önnen die erstarrten äußeren chichten, in die gleichmäßige Värme des Kühlofens gebracht, us dem Wärmevorrat des heiße-en Innern mehr Wärme zugeführt ekommen, als sie zunächst nach ußen abgeben. Das kann zu iner Wiedererwärmung der er-tarrten Schichten bis zur Form-nderung des Körpers führen. a warmes Einarbeiten in die ühlöfen zwar meist eine not-endige, aber keinesfalls eine hin-eichende Bedingung für eine ute Kühlung darstellt, so können ı Verbindung mit der eben erwähnten Erscheinung nachträg-cher Formänderung trotzdem durch die folgende falsch aus-eführte Kühlung noch Kühlspannungen vorhanden sein, und die anchem merkwürdig erscheinenden Fehlererzeugnisse sind dann leichzeitig aus der Form gebrachte und verspannte, ja zersprun-ene Gläser.

Z 23/434

Abb. 1. Senk- und Kühlöfen.

Auftreten von Spannungen.

Umgekehrt kann die Angst vor der Formänderung zu dem ersuch einer weitgehenden Abkühlung des Gegenstandes vor dem inbringen in den Kühlofen führen. Dann sind tiefergehende chichten bereits in den festen Zustand übergeführt, während wischen innen und außen noch große Temperaturunterschiede errschen. Die äußeren Schichten sind bestrebt, sich schnell zu-ammenzuziehen; es treten Zugspannungen von erheblicher rößenordnung darin auf, und diese führen, wenn die Zerreiß-stigkeit überschritten wird, ebenfalls zum Bruch. Solche über-äßige Abkühlung durch Überschreiten der Zerreißfestigkeit ann auch örtlich an einzelnen Stellen des Gegenstandes durch erühren mit einem kalten Werkzeug oder dergl. herbeigeführt erden. Dadurch entstehen nur wenige Millimeter lange Rißchen Gefrierrisse). Sie bilden oft den Ausgangspunkt für gefähr-che Sprünge.

Treten bei der ersten Abkühlung des eben noch bildsamen tückes in den Außenschichten Zugspannungen auf, während das ›ißere Innere unter Druck steht, so kehrt sich dies Verhältnis n weiteren Kühlungsverlauf um. Die Außenschichten erreichen en Endzustand größter Dichte zuerst und suchen das Innere n weiterer Zusammenziehung zu verhindern, was innen Zugspan-ungen ergibt, während sich die Rückwirkung auf die Außen-chichten in Druckspannung äußert.

Die Wärmefestigkeit des Glases.

Diese Druckschicht gibt dem Glaskörper eine gewisse Wider-andsfähigkeit gegen Temperaturwechsel und mechanische Be-nflussung. Man nennt ihre Erzeugung deshalb auch „Härten". ine gesteigerte Hartschicht erzeugt de la Bastie durch Ein-ihren des heißen Glaskörpers in hoch erhitztes Öl (Hartglas), chott rief diese Erscheinung künstlich durch Überfangen it einem Glas kleinerer Ausdehnung hervor (Verbundglas). Übertrieben finden wir diesen Härtungsvorgang bei den bekannten Glasträneh, deren gesteigerter Spannungszustand so hoch ist, daß die geringste Störung des Gleichgewichtes der Oberflächenspannung durch Ritzen zu explosionsartigem Zerfall des Glases führt.

Von Gläsern, die nicht infolge einer künstlichen Hartschicht, sondern wegen besonders günstiger Wahl ihrer physikalischen Eigenschaften große Widerstandsfähigkeit gegen schroffen Temperaturwechsel zeigen, sagt man, daß sie eine gute Temperatur-Widerstandsfähigkeit haben. Ich möchte hierfür lieber den Ausdruck Wärmefestigkeit einführen. Ein solches wärmefestes Glas ist z. B. das Ignalglas der Sendlinger optischen Glaswerke, das besonders zu Kondensoren verwandt wird. Da Glas eine stärkere Druck- als Zugspannung aushält, so ist die Gefahr des Zerspringens bei schroffer Abkühlung größer als bei plötzlicher Erwärmung. Neuerdings werden in Deutschland und Amerika wärmefeste gepreßte Gläser als Ersatz für feuerfestes Porzellan in den Handel gebracht (wie das Durax- und das Pyrex-Glas[1]).

Die Entspannungstemperatur.

Die schlechte Wärmeleitfähigkeit aller Gläser ist eine Hauptursache für die Schwierigkeit ihrer spannungsfreien Abkühlung, da bei zu schneller Wärmeentziehung leicht ein allzu großes Temperaturgefälle im Innern entsteht. Aber auch die Art der Temperaturabhängigkeit von der Dichte und der Plastizität spielt dabei eine große Rolle. Hat man ein Glas spannungsfrei auf Temperaturen gebracht, unterhalb deren es praktisch als elastischer, fester Körper zu betrachten ist, so können alle Spannungen, die durch Temperaturgefälle und Verschiedenheit der Dichte noch vorhanden sind, als praktisch vorübergehend angesehen werden, d. h. bleibende Spannungen können in ein Glas unterhalb dieser Temperaturen (von etwa 250 bis 350° C „Entspannungstemperatur") durch irgendwelche Wärmebehandlung nicht mehr hereingebracht werden. Man soll daher die Kühldauer gerade bei Annäherung an die Entspannungstemperatur genügend ausdehnen und Sorge tragen, daß man das Glas vor dem Einbringen in den Kühlofen und bei der anfänglichen Abkühlung nicht mehr als nötig verspannt. Dies geschieht vor allem auch durch eine langsame Abkühlung während des Übergangs vom bildsamen Zustand in die Erstarrung.

Einfluß der Form des Glases.

Die wenigsten Schwierigkeiten treten bei den meist dünnwandigen Hohlgläsern und dem gleichmäßig starken Tafelglas auf. Preßglas mit seinen oft dicken und ungleichen Wandungen erfordert schon ein sorgfältigeres Hindurchsteuern zwischen der Gefahr des Zerspringens und der Formänderung vor dem eigentlichen Kühlbeginn. Für die großen Walz- und Spiegelglasplatten, die in den Kühlöfen auf ihren Unterlagen eben aufliegen, kommt die Gefahr einer Formänderung kaum in Frage, und sie werden deshalb in der Regel von höheren Temperaturen aus gekühlt, so daß sie nach der Herstellung von vornherein nochmals gleichmäßig oberhalb der kritischen Erstarrungstemperatur durchgewärmt werden. Nur die Gefahr der „Entglasung", die im Auskristallisieren von Kieselsäure und Silikaten besteht, ist zu vermeiden. Jedes Glas hat eine untere und eine obere Entglasungstemperatur, unter- und oberhalb deren es bei noch so langem Verweilen keinerlei Kristallisationserscheinungen zeigt. Der Entglasungsbereich muß immer mit einer gewissen Schnelligkeit durchschritten werden.

Sonderbehandlung.

Am umständlichsten sind die optischen Gläser zu kühlen, nicht nur weil jede einzelne Glasart ihre Sonderbehandlung verlangt, sondern auch weil an das optische Glas, das in kilogrammschweren, dicken, rechteckigen Platten in den Handel kommt, die höchsten Anforderungen in bezug auf Spannungsfreiheit gestellt werden müssen. Wir sehen deshalb, Abb. 1, wie das in quadratischen Schamotteformen in einem Tunnelofen erweichte Glas in dickwandigen Kühlöfen des Sendlinger Optischen Glaswerks Zehlendorf, aufgestapelt wird, die es erst nach vielen Wochen, ja Monaten und nach einem vorschriftsmäßig geregelten Temperaturabfall verläßt. Ob ein Glas gut gekühlt und spannungsfrei ist, erkennt man am besten in der Durchsicht im polarisierten Licht, da der Spannungszustand das Glas doppeltbrechend macht. Mit dem Nikolprisma erblickt man dann die mehr oder weniger verzerrten dunklen Spannungskreuze, im äußersten Fall sogar lebhafte Farben. [1665]

[1]) Vgl. dieses Heft S. 512 (Aufsatz Keppeler).

Die Massenherstellung von Glühlampenkolben.

Von Direktor Dr. Georg Gehlhoff, Weißwasser.

Form und Stoff der Glühlampenkolben. Das Schmelzen des Kolbenglases. Verarbeitung, Verpackung, Versand. Umfang und Bedeutung der Kolbenglasindustrie. Herstellung zu Röhren und Stäben für Glühlampen.

Einleitung.

Bei der Herstellung von Glühlampenkolben herrschen insofern besondere Verhältnisse, als die Kolben in den Glühlampenfabriken einen Bearbeitungsgang durchmachen, bei dem sehr verschiedene Bedingungen zu erfüllen sind. Die Hauptforderung ist, daß die Bearbeitung sehr schnell vor sich geht. Daher muß das Glas leicht schmelzbar, nicht spröde und gegen schroffe Temperaturwechsel widerstandsfähig sein. In Berücksichtigung dessen müssen wiederum die Kolben möglichst dünnwandig sein und aus einem Glas bestehen, das eine verhältnismäßig niedrige Erweichungstemperatur aufweist.

Die einzelnen Glasteile, die in der Glühlampe miteinander verschmolzen werden, also Kolben, Füße, Pumpröhren, Stäbe, müssen in ihren physikalischen Eigenschaften aufeinander abgestimmt sein. Namentlich der Ausdehnungskoeffizient des Glases und die Möglichkeit guten Verschmelzens miteinander spielen hierbei die Hauptrolle. Nicht jedes beliebige Metall kann in irgendein Glas eingeschmolzen werden, ohne dies zu zersprengen oder darin undicht zu werden. So kann man auch nicht zwei beliebige Gläser miteinander verschmelzen, wenn die beiden Bedingungen erfüllt werden sollen.

Kolben in Birnenform (Deutschland).

Abb. 1.

Kolben-Nr.	Außenmaße mm							
	a	b	c	d	g	h	i	r
B_1	44	60	30	35	35	19,5	7	18,5
B_2	51	74	36	45	41	23	7	22
B_3	56	80	42	45	47	25,5	7	24,5
B_4	56	80	38	45	43	25,5	7	24,5
B_5	60	90	42	45	47	27,5	7	26,5
B_6	60	90	38	45	43	27,5	7	26,5
B_7	62	105	42	45	47	28,5	7	27,5

Kolben in Kugelform (Deutschland).

Abb. 2.

Kolben-Nr.	Außenmaße mm						
	a	b	c	d	e	f	r
K_1	60	60	35	40	27	22,5	5
K_2	70	70	38	43	33	25	6
K_3	70	60	42	47	31	27	6
K_4	80	75	42	47	38	28	7
K_5	90	75	42	47	44	28,5	7,5
K_6	100	80	47	52	49	32	8,5
K_7	120	90	52	57	60	36	10
K_8	120	150	52	57	60	36	10
K_9	150	150	52	57	78	38,5	12,5
K_{10}	170	150	55	60	90	41,5	14
K_{11}	200	150	60	65	107	47	17
K_{12}	240	150	60	65	131	50	20

Form der Glühlampenkolben.

Für die große Masse der Glühlampen kommt die Birne oder die Kugelform in Frage. Form und Abmessungen der haup sächlichsten in Deutschland gebräuchlichen normalisierten Type geben Abb. 1 und 2, während Abb. 3 und 4 die in Amerika g bräuchlichen Lampen zeigen. Die sonst noch gebräuchliche Formen für Sonderzwecke können hier übergangen werden, d sie in der Hütte nicht in Massen hergestellt oder auch in de Glühlampenfabriken „von Hand" aus Glasrohren geblasen we den. So wird z. B. auch die bekannte kleine Taschenlampe au Rohr angefertigt.

Am Rohkolben, wie er aus der Hütte kommt, sind folgend Einzelheiten zu unterscheiden, vergl. Abb. 5: Kappe, Wuls Hals, Brust, Körper und Kopf.

Die Kappe wird durch Absprengen vom Nabel getrenn der an der Pfeife bleibt. Da der Durchmesser der Pfeife e heblich kleiner als der des Kolbenhalses ist, muß die Kappe sic zum Nabeldurchmesser verjüngen.

Der Wulst ist eine in der Praxis mehr oder wenige scharf ausgeblasene Erweiterung. Er dient zum Absprengen de Kappe in der Glühlampenfabrik durch Erhitzen und Abschrecke

Der Hals ist derjenige Teil, in welchem in der Glühlampen fabrik der Kolben mit dem tellerförmig ausgedrehten Fußroh verschmolzen wird. Der nicht gebrauchte Teil des Halses, di Kappe und der Nabel wandern in die Hütte zurück und werde dort als Brockenzusatz wieder eingeschmolzen.

Die Brust bezeichnet den Übergang vom zylinderförmige Hals in den erweiterten Körper. Diese Stelle ist namentlich be Kugeln gefährdet und neigt zu dem lästigen „Abringeln", wo gegen bisher noch kein Mittel gefunden worden ist. Auch de

Kolben in Birnenform (S-Type, Amerika).

Abb. 3.

Bezeichnung	Abmessungen engl. Zoll					
	a	b	c	d	e	f
S_{14} P_1	$1^3/_4$	1,125	1,527	2,784	1,500	0,872
S_{17} Q_1	$2^1/_8$	1,312	1,780	3,403	1,500	0,840
S_{19} C_9	$2^3/_8$	1,312	1,780	3,936	1,500	0,840
S_{21} P_1	$2^5/_8$	1,312	1,780	3,989	1,500	0,840
S_{30} H_1	$3^3/_4$	1,437	1,950	6,158	1,750	0;920

Kolben in Kugelform (PS-Type, Amerika).

Abb. 4.

Bezeichnung	Abmessungen engl. Zoll						
	a	b	c	d	c	f	g
PS_{20} C_2	$2^1/_2$	1,125	1,527	2,776	1,649	1,105	0,872
PS_{22} E_2	$2^3/_4$	1,187	1,611	3,097	2,015	1,105	0,920
PS_{25} J_2	$3^1/_8$	1,187	1,611	3,659	2,515	1,105	0,920
PS_{25} K_2	$3^1/_8$	1,375	1,866	3,496	2,678	1,141	0,830
PS_{30} D_2	$3^3/_4$	1,562	2,120	4,272	3,028	1,141	1,000
PS_{35} C_2	$4^3/_8$	1,562	2,120	5,209	3,023	1,141	1,000
PS_{40} C_4	5	1,562	2,120	6,147	4,898	1,141	1,000
PS_{52} B_2	$6^1/_2$	2,250	3,054	7,802	3,993	1,654	1,440

Abb. 5. Rohkolben.

Kopf ist eine gefährdete Stelle, da hier das Pumpröhrchen zum Entlüften der fertigen Glühlampe angesetzt wird.

Die Dicke der Glaswandung nimmt von der Kappe bis zum Kopf ab. Sie beträgt im Körper nur einige Zehntel Millimeter. Ein Glühlampenkolben ist also ein recht zerbrechlicher Gegenstand, und man kann sich vorstellen, daß die Handhabung, Verpackung und Beförderung nicht ohne bemerkenswerten Bruch abgeht.

Material der Kolben.

Die oben erwähnte Notwendigkeit, ein Glas von niedriger Erweichungstemperatur zu benutzen, hat zur allgemeinen Verwendung eines Bleiglases mit einer genügenden Menge von Alkalien geführt. Der Bleigehalt hat im Laufe der Jahre verschiedene Schwankungen durchgemacht. Materialknappheit, namentlich im Kriege, zwang häufig zu weitgehender Ver-[än]derung des Gehaltes an dem teuren Bleioxyd. Anderseits [sol]len die fertigen Glühlampen auch eine bestimmte Lagerfähig[kei]t und Unempfindlichkeit gegen den Versand über See haben, [so] daß man mit dem Sodagehalt nicht beliebig heraufgehen kann. [De]r Bleigehalt der meisten Kolbengläser liegt etwa zwischen [20] und 30 vH, auf die Oxyde bezogen. Folgende Analyse gibt [ein] Beispiel der Zusammensetzung:

	SiO_2	PbO	Na_2O	K_2O	Al_2O_3 und Fe_2O_3	zusammen
[v]H	61,5	23,6	8,8	5,3	0,8	100

Aluminiumoxyd und Eisenoxyd sind hinzukommende Be-[sta]ndteile, neben denen häufig Kalziumoxyd in geringer Menge [al]s Verunreinigung auftritt. Die Analyse entspricht folgendem [Ge]mengesatz in Pfunden:

Sand	Mennige	Soda	Pottasche
150	59	37	19,5

[Wi]e man sieht, fehlen im Gemengesatz Tonerde und Eisenoxyd. [Ma]n kann daraus schließen, daß geringe Verunreinigungen keine [erh]ebliche Rolle spielen; dies trifft namentlich auch auf den [Eis]engehalt des Sandes zu. Eine bei der geringen Glasdicke [nic]ht ins Gewicht fallende, hieraus entspringende Eisenfärbung [wi]rd durch Zusatz eines der bekannten Entfärbungsmittel be-[sei]tigt. Das Gemenge wird in der üblichen Weise nach Ab-[wie]gen der einzelnen Teile durch Krücken oder in der Trommel [ge]mischt, mit Brocken versetzt und in den Hafen eingetragen.

Der Anteil der dem Gemenge zugesetzten Brocken richtet [sich] nach dem zur Verfügung stehenden Abfall, bestehend aus [feh]lerhaften Kolben aus der Fabrikation, Bruch, abgeschlagenen [Ka]ppeln und aus dem Abfall der Glühlampenfabriken. Natürlich [ko]mmen nur Brocken der gleichen Zusammensetzung, wie sie [das] Kolbenglas hat, in Frage. Brocken andrer Zusammensetzung [kö]nnen zu schlechten und unverarbeitbaren Schmelzen führen. [Ins]besondere ist bei dem Abfall aus den Glühlampenfabriken auf [Dra]ht- und Sockelreste zu achten. Haben die Brocken längere [Zei]t im Freien gelagert, so müssen sie vor der Verwendung ge-[wa]schen und so von Staub und Kohle befreit werden. Allzu [gro]ße oder sperrige Brocken, wie z. B. ganze Kolben, werden [zwe]ckmäßig vorher zerschlagen.

Weitere Brocken fallen an aus verdorbenen, z. B. nicht ge-[läu]terten Schmelzen, ausgelaufenen Häfen usw., deren Inhalt [aus]geschöpft und gefrittet wird. Doch sollte dies bei einer ord-[nun]gsmäßigen Herstellung immer nur ein geringer Hundertteil [der] anfallenden Brocken sein.

Das Schmelzen des Kolbenglases.

Das Schmelzverfahren des Kolbenglases ist das bei andern [Glä]sern übliche. Die Schmelzzeit richtet sich nach der Arbeit-[szeit]: Vom Schluß bis zum Wiederbeginn der Arbeitzeit der Glas-[mach]er muß der Ofen aufgetempert, das Glas geschmolzen, ge-[bla]sen, geläutert und fertig gemacht sein. Hierfür stehen bei der [heu]tigen achtstündigen (bis 1918 zehnstündigen) Arbeitzeit unter [Ber]ücksichtigung der Pausen rd. 12 h zur Verfügung, was voll-[kom]men ausreicht.

Man könnte auch an einen ununterbrochenen Betrieb denken. [D]och hat der Wannenbetrieb bei Bleiglas schlechte Erfahrungen [gez]eitigt, da sich bei längerem Stehen das Glas entmischt, ein [blei]reicheres Glas am Boden sammelt und ein bleiärmeres oben [sch]wimmt. Das ist an und für sich schon ein Fehler, der aber [beso]nders infolge des unvermeidlichen Durcheinandermischens [div]er Schichten wechselnden Bleigehaltes zur Bildung von [Sch]lieren und Winden und zum Unbrauchbarwerden der Kolben [füh]rt und sehr großen Ausschuß verursacht.

Daher ist in der Kolbenherstellung allgemein der Hafenbetrieb üblich, und zwar, auch wieder der Eigenart des verwendeten Materials und der gebotenen Eile des Schmelzverfahrens entsprechend, die Verwendung offener Häfen. Das Material (Gemenge zuzüglich der Brocken) wird in der üblichen Weise je nach dem vorher übriggebliebenen Hafeninhalt mehrere Male eingelegt, niedergeschmolzen, geblasen, geläutert. Dabei ist auf eines zu achten: Vermeidung einer reduzierender Flamme, da dann metallisches Blei ausfällt, das den Hafen schnell auslöchert oder durchfrißt. Das Gemenge schmilzt verhältnismäßig leicht und bedarf nicht sehr hoher Ofentemperaturen (1350° bis 1400° C).

Als Häfen werden normale, etwas breitere als hohe Behälter von 200 bis 300 kg Inhalt verwandt, die im Laufe einiger Wochen vom Glas aufgelöst werden und rechtzeitig erneuert werden müssen. Durch die Hafenauflösung und das wiederholte Einschmelzen der Brocken reichert sich das Glas an Tonerde an; hierin liegt der Grund für die allgemein verbreitete Anschauung der Glasarbeiter, daß mehrfach geschmolzenes Glas „hart" und „kurz" wird. Jedoch geht bei tonerdefreien Ausgangstoffen und nicht übermäßigem Zusatz von Brocken der Tonerdegehalt nicht über 0,5 vH.

Bei der neuzeitlichen Kolbenherstellung werden nur Mehrhafenöfen meist langgestreckter Form benutzt; Öfen von 6 bis 10 großen Häfen bezeichnen die übliche Größe. Abb. 6 zeigt die Hafeneinteilung bei einem Ofen mit acht Häfen, Abb. 7 bei einem solchen mit zehn Häfen. *St* bedeutet die sogenannten Steuerhäfen, *E* die Eckhäfen, *S* die Seitenhäfen. Die Steuer- und Eckhäfen werden zur Kolbenherstellung, die Seitenhäfen zum

Abb. 6. Einteilung eines Ofens mit 8 Häfen. Abb. 7. Einteilung eines Ofens mit 10 Häfen.
St Steuerhafen. *E* Eckhafen. *S* Seitenhafen.

Röhren- und Stabziehen benutzt, da an diese Häfen infolge Platzmangels nicht genug Kolbenmacher gestellt werden können und die Kolbenherstellung an diesen daher unwirtschaftlich wäre. Anders beim Röhrenziehen, wo ein oder zwei Röhrenzieher große Glasmengen bewältigen. Diese Röhrenhäfen sind daher auch im allgemeinen größer (350 bis 450 kg Inhalt).

Was die Ofenkonstruktion selbst anbelangt, so spielt diese keine große Rolle. Allgemein üblich ist die Regenerativfeuerung mit Wechselkammern; im übrigen kann man ebensogut Büttenwie Schlitzöfen verwenden.

Ebenso wenig wie an die Ofenkonstruktion stellt das Schmelzen des Kolbenglases an den Gaserzeuger und den Heizstoff besondere Anforderungen. Man kann offene oder geschlossene Gaserzeuger, solche mit Plan-, Treppen- oder Drehrost verwenden. Als Heizstoff kann man Rohbraunkohlen, Siebkohlen, Briketts oder Steinkohlen benutzen, natürlich in Gaserzeugern, deren Konstruktion dem Brennstoff angepaßt ist. So werden in der Lausitz, wo die Kolbenherstellung zu Hause ist, entsprechend dem dortigen Kohlenvorkommen fast ausschließlich Rohbraunkohlen verfeuert, selbstverständlich unter Anwendung derjenigen Sorgfalt, die auch sonst beim Verwenden von Rohbraunkohlen, insbesondere solchen von mulmiger Beschaffenheit, im Glashüttenbetrieb angebracht ist. Berücksichtigt man die verhältnismäßig niedrige Ofentemperatur, die das Kolbenglas erfordert, so wird man die Kolbenherstellung als ein geradezu ideales Anwendungsgebiet für unsere nicht sehr hochwertigen 50 bis 60 vH Wasser enthaltenden Braunkohlen bezeichnen müssen. Allerdings spielen die Verkehrswege bei dem mitzuschleppenden großen Ballast an Wasser eine wichtige Rolle.

Verarbeitung des Kolbenglases.

Die große Masse der kleinen und mittelgroßen Kolben wird in einem Zuge geblasen, während die größeren Kolben über den Külbel gearbeitet werden; d. h. es wird mit dem beim ersten

Eintauchen gefaßten Glas zunächst eine kleine Kugel geblasen, diese zum Anfangen einer größeren Glasmasse benutzt und dann der große Kolben geblasen.

Aus dieser einleitenden Bemerkung geht schon hervor, daß die Kolben mit der Hand gearbeitet und ohne Maschinen geblasen werden. Es mag sofort die Frage gestellt werden, warum man nicht schon selbsttätige Maschinen zur Herstellung der Millionen in Deutschland erzeugten Kolben gebaut hat. Dies ist auf dem Wege über die Flaschenblasmaschine (Owens) bereits geschehen, und die Westlake-Maschine ist in Amerika ziemlich stark verbreitet. Jedoch arbeitet bis heute noch diese Maschine teurer und schlechter als die Menschenkraft, wenngleich zuzugeben ist, daß sie in den letzten Jahren Fortschritte gemacht hat und geeignet ist, mit einer Tagesleistung von rd. 40 000 Kolben in 24 h eine Menge menschlicher Arbeitskraft in einer nicht gerade leichten Tätigkeit zu ersetzen. Billiger arbeitet die Westlake-Maschine auch in Amerika bisher wohl kaum, soweit uns in Deutschland zuverlässige Angaben darüber zugänglich sind.

In Deutschland also werden bislang noch alle Kolben im Handbetrieb hergestellt. Das normale Gerät hierfür ist die übliche Glasmacherpfeife, wie sich denn auch das Blasen eines Bechers oder eines Fläschchens kaum in irgend etwas von dem eines Kolbens unterscheidet; nur die sehr geringe Wanddicke ist zu berücksichtigen.

Abb. 8. Blasen der Glühlampenkolben.

Geformt werden die Kolben ausschließlich in Eisenformen, die in Hälften aufklappbar sind. Da die Kolben recht glatt und blank sein sollen, werden die Formen immer mit einer besonderen Paste geschmiert und vor dem Einführen des zu formenden Glases naß gemacht. Der durch das rotglühende Glas erzeugte Wasserdampf verhindert das Anliegen des Glases an der Wandung und gibt dem Kolben hohen Glanz.

Nach dem Fertigblasen in der Form werden die Kolben zwischen dem Nabel und der Brust abgesprengt, auf einen Rechen gelegt und von hier durch einen Sortierer nach Prüfen und Ausscheiden fehlerhafter Stücke weitergegeben. Das Kühlen der Kolben ist wegen ihrer Dünnwandigkeit weder möglich noch nötig; glücklicherweise, denn es wäre auch bei der riesenhaften Erzeugung nur schwer zu bewältigen.

An einem Hafen arbeiten, je nach Kolbengröße, mehrere Arbeiter, und zwar bis zu zehn, von denen je fünf an einer Form blasen. Normal beträgt die Besetzung eines mittelgroßen Kolbenofens 50 bis 60 Arbeiter, wenn kleine bis mittelgroße Kolben an diesem geblasen werden. Die achtstündige Tagesleistung eines Kolbenmachers beträgt bei mittelgroßen Typen rd. 600 Kolben brauchbarer Beschaffenheit. Bei einem mittleren Gewicht von rd. 60 g für den Rohkolben arbeitet also ein Glasbläser 35 bis 40 kg aus dem Hafen. Bei kleinen Typen wird dessen Inhalt also nicht voll erschöpft. Abb. 8 gibt ein anschauliches Bild der Kolbenherstellung.

Verpackung und Versand der Kolben.

Die kleinen und mittleren Kolben werden zwischen Papier und Lagen von Wellpappe fest in Harasse von rd. 0,80 × 0,80 × 0,70 m gepackt. Ein solcher enthält bis zu 1000 Kolben. Große Birnen werden in Langstroh eingebunden, große Kugeln in Papier gewickelt und unmittelbar in einen mit Stroh ausgekleideten geschlossenen Wagen gepackt. Der Bruch beim Packen und Versenden beträgt bei sachgemäßer Verpackung 2 bis 3 vH.

Die Packstoffe werden natürlich wiederholt verwendet. In Amerika ist man dazu übergegangen, die kleinen und mittelgroßen Rohkolben in feste Kartons zu packen, die von der Glühlampenfabrik zum Weiterversand der fertigen Glühlampen verwandt werden. Diese Art der Verpackung kehrt also nicht in die Glashütte zurück.

Beim Schluß der Arbeit tragen die Arbeiter die während des Tages hergestellten Kolben auf den Packboden. Hier werden die Kolben am folgenden Tage nach nochmaliger Überprüfung sämtlich verpackt und auf den Weg gebracht, da bei den sehr großen Mengen eine Lagerhaltung unmöglich ist. Es wird darauf gesehen, daß auch in der Verpackung die Erzeugnisse der einzelnen Arbeiter getrennt gehalten werden, damit man bei etwaigem, in der Glühlampenfabrik auftretenden Ausschuß zur Quelle des Übels gelangen kann.

Umfang und Bedeutung der Kolbenglasindustrie.

Die Zahl der mit der Kolbenherstellung beschäftigten Arbeiter beträgt zurzeit etwa 4000. In Deutschland werden heute jährlich etwa 250 Mill. Kolben mit einem Werte von etwa 12 Mill. Goldmark hergestellt. Hiervon werden schätzungsweise 80 vH in Deutschland weiterverarbeitet und in ein hochveredeltes Erzeugnis, in Glühlampen, verwandelt, wovon wieder ein sehr großer Teil ins Ausland geht, so daß die Herstellung von Glühlampenkolben ein wichtiges Glied der deutschen Volkswirtschaft bildet. Jedoch können nicht alle Rohstoffe im Inlande gedeckt werden; ein erheblicher Teil des wertvollen Bleies muß, namentlich nach dem Abschneiden der wichtigsten Bleigruben in Oberschlesien, aus dem Auslande bezogen werden.

Aus dieser Erwägung heraus hat man wiederholt versucht, den Bleigehalt des Kolbenglases zu vermindert oder ganz fortzulassen ohne allerdings bisher zu einwandfreien Ergebnissen gelangt zu sein. Der Grund hierfür liegt hauptsächlich darin, daß in Deutschland sehr hohe Anforderungen an die Güte und Schönheit der Kolben gestellt werden. Auch kann man in Deutschland wegen des ständig gesunkenen Verbrennungswertes des Leuchtgases, auf das die Glühlampenfabriken angewiesen sind, auf den Bleigehalt als wesentlichen Bestandteil zur Erzielung niedriger Erweichungstemperaturen nicht verzichten.

Die Heimat der Glühlampenkolben-Herstellung und der hervorragendste Sitz ist die Lausitz (Weißwasser, Muskau, Görlitz usw.), wo sie von Generaldirektor Krebs eingeführt und in gleichem Schritt mit der Verbesserung der Glühlampe zu hoher Vollkommenheit gebracht worden ist. Die Erzeugung wächst von Jahr zu Jahr.

Herstellung von Röhren und Stäben für Glühlampen.

Außer den Glühlampenkolben spielen Röhren und Stäbe als Glasteile in der fertigen Glühlampe eine große Rolle. Ein Rohr von einem durch die Glühlampentype bestimmten Durchmesser und von bestimmter Länge dient dazu, um an dem einen Ende die Stromdurchführung aufzunehmen und am andern Ende nach dem Ausdrehen eines Tellers die Verbindung mit dem Kolben herzustellen, wie in Abb. 5 dargestellt. Ein Stab, der an der Durchschmelzquetschung angeschmolzen ist, dient als Träger der Halter, die ihrerseits die Glühfäden tragen, wobei die Halter in die linsenförmigen Verdickungen der Stäbe eingeschmolzen werden, und zwar so, daß sie voneinander durch Glas isoliert sind.

An das „Fußrohrglas" wird die Anforderung gestellt, daß es sich mit dem Kolbenglas gut und dicht verschmelzen läßt und daß die Stromdurchführungs-Drähte luftdicht eingeschmolzen werden können. Man ist daher den Weg gegangen, das Fußrohrglas aus demselben Glas zu machen, aus dem der Kolben besteht, und den Ausdehnungskoeffizienten der Stromdurchführungs-Drähte dem Ausdehnungskoeffizienten des Fußrohrglases anzupassen.

Als Stengelglas werden verschiedene Gläser benutzt, so bleihaltiges Kolbenglas oder Thüringer Glas oder auch schwer schmelzbare Gläser, insbesondere für gasgefüllte Lampen höherer Kerzenstärke, bei denen die Stengel durch Strahlung und Konvektion stark erhitzt werden. In diesem Falle braucht man natürlich zwischen dem obern Teile des Stengels aus schwerer schmelzbarem Glas und dem Fußrohr geeignete Zwischengläser, um von dem Ausdehnungskoeffizienten des Fußrohrglases zu dem der schwer schmelzbaren Gläser überzugehen, die dem Ausdehnungskoeffizienten des Materials der Halter (Molybdändraht) angepaßt sind. In Frage kommen hier Resistoglas, Wolframglas Jena 16 III usw.

Das Arbeitsverfahren zur Herstellung der Röhren und Stäbe ist das gewöhnliche. Sie werden mit der Hand in 100 bis 120 m langen Röhrenziehbahnen gezogen, deren Fußboden mit Holz belegt ist, wobei die Röhrenzieher innerhalb bestimmter Grenzen eine bemerkenswerte Arbeitsgenauigkeit erreichen. Die Röhren und Stäbe werden natürlich gleichfalls nicht gekühlt; dagegen wird bisweilen der fertige Fuß mit dem eingeschmolzenen Draht einem Glühverfahren unterworfen, namentlich bei hochkerzigen Lampen, bei denen das Fußrohr bereits erhebliche Ausdehnung und Wanddicke haben muß.

In neuerer Zeit ist man dazu übergegangen, Röhren und Stäbe auf maschinellem Wege mit großer Genauigkeit zu ziehen, worüber aber größere Erfahrungen noch nicht vorliegen. [167]

RUNDSCHAU.

Unser Fachheft für Glastechnik.

In der Geschichte der ältesten Technik spielt das Glas neben dem .. n eine bedeutende Rolle. Zwischen den einfachen Anfängen der .. macherkunst im alten Ägypten und der maschinellen Glasherstellung .. er Zeit liegen Erzeugnisse menschlichen Gewerbefleißes, wie sie .. er kulturellen Entwicklung eines andern Werkstoffes kaum wieder- .. nden sind. Wäre Glas nicht zerbrechlich, so müßte es als die .. vollste Masse bezeichnet werden. Seine vielseitigen Eigenschaften .. Härte, Durchsichtigkeit und reger Farbenwechsel, Möglichkeit ver- .. edener Formbehandlung im flüssigen Zustand (Ziehen, Blasen, .. ssen, Gießen) und nach dem Erstarren (Schneiden, Schleifen, Polieren, .. n, Radieren), führen eine weitverzweigte Einteilung der Industrie .. Fachgruppen zur Glaserzeugung und Glasverarbeitung mit sich, die .. echnischer und künstlerischer Beziehung auch für Handel und Ver- .. cher von außerordentlichem Anreiz ist. Der Umstand, daß sich .. inländischen Rohstoffen und Kohlen allein Ausfuhrwerte schaffen .. en, bringt die Glasindustrie auch volkswirtschaftlich bei unsrer Ver- .. ung zu einer besonderen Bedeutung.

Diese günstige und gehobene Stellung im Bereiche der erzeugenden .. ernehmen verlangt, daß die Glasindustrie mehr als bisher durch Ver- .. erung der Betriebtechnik, Steigerung der Güte und des künstle- .. hen Wertes ihrer Gebilde ihre ganze Tätigkeit auf den Fortschritt .. tellt. Solange das Rezept des Alchimisten und die Geschicklichkeit .. Glasbläsers allein die Hauptgrundlage der Industrie waren, spielten .. Kenntnisse des Chemikers oder Physikers und das Rüstzeug des .. senschaftlichen Technikers nur eine untergeordnete Rolle. Setzte in .. Eisenindustrie die exakte wissenschaftliche Forschung schon früh- .. ig ein, so haben an Stelle der tausendjährigen Überlieferung bei der .. sindustrie wissenschaftlich-technische Arbeiten nur zaghaft und ver- .. elt Aufnahme gefunden. Über Geheimniskrämerei, Kurzsichtigkeit .. r nur auf Preispolitik eingestelltes Syndikatswesen hinweg hat auch .. deutsche Glasindustrielle eine neue Entwicklungsbahn beschritten, .. das Ausland stellenweise bereits unter Vorsprung eingeschlagen .. e. Erfreulicherweise hat die Einsicht Platz gegriffen, daß der ein- .. e Betrieb, auf sich selbst gestellt und ohne Verbindung mit den .. rern der Technik, ins Stocken gerät. Nur reges Zusammenarbeiten .. Wissenschaft, Technik und Praxis kann im bevorstehenden Wett- .. erb auf dem Weltmarkt unsrer heimischen Glasindustrie die führende .. llung erhalten.

Diesen Gedanken kräftig zu fördern, ist mit die Aufgabe unsres .. liegenden Fachheftes. Der erste Aufsatz gibt in der umfassenden .. stellung der Aufgaben und Ziele unsrer Glastechnik ein Bild von .. bisherigen Fortschritten und dem wissenschaftlichen Rüstzeug, dem .. Glasindustrie ihre Entwicklung verdankt, und das die Grundlage .. die Zukunft bilden muß. In den folgenden Aufsätzen werden die .. entlichsten Abschnitte der Glaserzeugung und Glasbearbeitung be- .. delt, indem eine neuzeitliche Einrichtung einer Tafelglashütte dar- .. tellt und an Beispielen die Entwicklung der Glasschmelzöfen sowie .. Einrichtungen zu der sehr wichtigen Kühlung des Glases geschildert .. den. Zum Schluß wird die Herstellung eines unsrer wichtigsten Er- .. gnisse, nämlich der Glühlampenkolben unter Berücksichtigung ame- .. nischer Verhältnisse und Erfahrungen, behandelt.

Die Rundschau bringt einige weitere Beispiele aus dem wissen- .. aftlichen und technischen Arbeitsgebiet der Glastechnik, während .. re Arbeiten der wichtigen Frage des glastechnischen Bildungswesens .. vidmet sind, deren Bedeutung für das Wohl und Wehe unsrer Glas- .. ustrie wir wohl nicht hoch genug anschlagen können. Die Wirt- .. aftliche Umschau behandelt Entwicklung, Organisation und Wirt- .. aftslage der deutschen Glasindustrie. [M 427]

Zur Einrichtung des Hochschulunterrichts für Glasfachleute.

Immer wenn die Frage erwogen wird, den Hochschulunterricht den .. ondern Bedürfnissen einer bestimmten Industrie anzupassen oder gar .. e Sonderfachausbildung für diese einzurichten, zeigt sich zwischen .. Forderungen der Empiriker und denen der Akademiker ein starker .. gensatz, besonders dann, wenn eine solche Industrie noch vielfach in .. Empirie steckt. Dies ist natürlich und in der Arbeitsweise des .. zelnen begründet. Wer seine Kenntnisse und Erfahrungen rein hand- .. rksmäßig erworben hat, dem ist es undenkbar, auf anderem Wege zum .. le zu kommen, und er hat auch die größten Schwierigkeiten, über .. vom Lehrherrn Vererbte hinauszuwachsen. Für denjenigen, der .. e vollkommene wissenschaftliche Ausbildung besitzt, ist es leichter, .. verschiedenen Erscheinungen, die einem Herstellungsverfahren zu- .. nde liegen, in ihren Ursachen zu erfassen, Fehlerquellen aufzudecken .. d Mittel zur Besserung zu finden.

In der Einleitung seines Buches „Industrielle Heizung" belegt der .. kannte französische Physiko-Chemiker Le Chatelier[1]), dem wir .. e Reihe technisch wichtiger Erkenntnisse verdanken, diesen Gegen- .. z durch die Beispiele von Bessemer und Wilhelm Siemens. .. ssemer war, wie er sich ausdrückt, eine Werkmeisternatur, der .. ll von Erfindungsgedanken steckte und der sich in einer ganzen Reihe .. n Gebieten als Erfinder betätigte. Überall war er erfolglos, weil .. n das Urteil über die Ausführbarkeit und die Grundlagen zur Durchbildung seiner Erfindungsgedanken fehlten. In einem selten langen und sehr arbeitsreichen Leben hat er nur in dem einen Fall des nach ihm benannten Verfahrens einen glücklichen Griff getan, dessen Gelingen außerdem noch ohne die Mitarbeit eines voll ausgebildeten Hüttenmannes sehr unsicher gewesen wäre. Siemens war mathematisch und technisch durchgebildet. Infolgedessen gelangen ihm eine Reihe von wichtigen Erfindungen und die für die Entwicklung der Eisen- und Glasindustrie so bedeutsame Einführung der Regenerativ-Feuerung, der Erfindung seines Bruders Friedrich Siemens, ohne weiteres. Man kann sagen, daß mit der ersten Einführung des Regenerativofens sogleich etwas Fertiges, für die Technik Brauchbares geschaffen war. Diese Leistung war nur möglich, weil sich hier mit dem hellseherischen Instinkt des Erfinders gleichzeitig das theoretische Rüstzeug verband, dem Erfindungsgedanken die technisch erfolgreiche Ausführung zu geben.

Man kann sagen, daß Le Chatelier durch diese Beispiele und besonders auch durch die Wahl der Personen in treffender Weise den Unterschied zwischen der alten englischen, das Handwerksmäßige stark betonenden Ausbildungsweise des Technikers und der deutschen, auf gründliche wissenschaftliche Ausbildung gegründeten Unterrichts- und Arbeitsweise zum Ausdruck bringt. An dieser Stelle solche Gedanken erneut zu äußern, fürchtet man beinahe, ist doch allgemein anerkannt, daß eben der ungeheuer rasche Fortschritt vieler deutscher Industrien gerade auf diese Unterrichts- und Arbeitsweise zurückzuführen ist. Es ist ein erfreuliches Zeichen, daß sich diese Auffassung auch mehr und mehr in der Glasindustrie durchzusetzen beginnt, wenn auch nicht, ohne bei einzelnen Zweigen auf Widerstand zu stoßen.

Wenn aber besondere Ausbildungsformen für die Glasfachleute geschaffen werden sollen, dann ergibt eben jene Erfahrung, daß das Einarbeiten und das erfolgreiche Wirken um so mehr erleichtert wird, je mehr wissenschaftliche Grundlagen dem Studierenden gegeben werden. Eine Ausbildung, die sich auf die Mitteilung von Tatsachen und die Beschreibung von Anlagen beschränkt, führt uns nicht weiter. Das Ziel des Unterrichts muß sein, den Studierenden zu befähigen, selbständig wissenschaftlich zu arbeiten, d. h. für eine gegebene Aufgabe die Summe der ihr zugrunde liegenden Erscheinungen in ihrem Zusammenhang planmäßig aufzuklären und ihre Abhängigkeit von äußeren Bedingungen so festzustellen, daß der Vorgang technisch beherrschbar wird. Dies ist Aufgabe des Hochschulunterrichts an sich. Es ist aber natürlich besonders fördernd, wenn die Methodik des wissenschaftlichen Arbeitens an Gegenständen und Aufgaben der Glasindustrie geübt und betrieben wird. Um dies zu ermöglichen, ist die Einrichtung unserer Laboratorien zu ergänzen, um den Unterricht den Bedürfnissen der Praxis anpassen zu können.

Das Gefüge und der Umfang der Werkstätten sind in den einzelnen Zweigen der Glasindustrie sehr verschiedenartig. Eine Reihe von Einzelzweigen, wie die Hohlglas- und die Fensterglasindustrie, weisen zahlreiche Betriebe auf, die ohne mechanischen Antrieb sind. Auf der andern Seite arbeitet die Spiegelglasindustrie beinahe durchweg im größten Maßstabe, was in allen Teilen des Herstellungsganges die Verwendung mechanischer Kräfte erfordert. Insofern ist es schwer, den Lehrplan in enger Anpassung an die Bedürfnisse, die die einzelne Fabrik an ihre technischen Angestellten stellt, einzurichten. Es muß auch berücksichtigt werden, daß der Bedarf an solchen Angestellten nicht dauernd und gleichmäßig so groß ist, daß jahraus jahrein eine gewisse Anzahl von Studierenden, die sich ganz besonders für glashütten-technische Zwecke ausgebildet hätten, regelmäßig in der Glasindustrie untergebracht werden kann. Es ist deshalb wichtig, diesen Studierenden eine solche Ausbildung zu geben, daß sie in ähnlich gearteten Industrien wie der Tonindustrie, der anorganisch-chemischen Industrie und gewissen Zweigen der Hüttenindustrie unterkommen können.

Das ist auch durchaus möglich, da die hauptsächlichen Grundlagen für diese Gebiete gemeinsam sind. Unter den Wissenszweigen, die das Arbeiten in der Glasindustrie erleichtern, bieten diejenigen, welche die stofflichen Eigenschaften des Glases betreffen, die größeren Schwierigkeiten. Das Verständnis für Chemie und Physik erfordert das Einfühlen und die Aufnahme von Vorstellungen, die nicht ohne weiteres durch die greifbare Anschauung vermittelt werden können. Es erfordert infolgedessen eine längere Beschäftigung mit den Gegenständen, die durch das Arbeiten in den Laboratorien vertieft werden muß.

Es ist weiter wichtig, daß auf der Grundlage allgemeiner chemischer, physikalischer und physikalisch-chemischer Kenntnisse Laboratoriumsübungen aufgebaut werden, die den Studierenden in einfacher Weise mit den besonderen Arbeitsverfahren der Glasindustrie, insbesondere der Betriebsüberwachung, vertraut machen. Diese Arbeiten wären in dem keramischen und glastechnischen Praktikum zusammenzufassen. Dazu sind die Laboratoriumseinrichtungen einzelner Hochschulen so zu ergänzen, daß wir allmählich zu Glastechnischen Instituten kommen.

Außerdem ist es notwendig, die Brennstoffkunde, die Feuerungstechnik und den industriellen Ofenbau stärker zu betonen, wie auch dem Maschinenwesen größere Beachtung als bei der normalen Ausbildung für technische Chemie zu schenken ist. Der Schlußstein in der Ausbildung hat in einer aus dem Gebiete der Glasindustrie zu wählenden Diplomarbeit zu bestehen, die Gelegenheit gibt, die während des Studiums gewonnenen Kenntnisse in der selbständigen wissenschaftlichen Bearbeitung einer Aufgabe anzuwenden, auszubauen und zu vertiefen. Für denjenigen, welcher über ausreichende Begabung, Zeit und Mittel verfügt,

[1]) Vergl. das vorliegende Heft S. 532.

kann die Ausbildung noch durch die Bearbeitung einer glastechnischen Aufgabe zum Zwecke der Doktorpromotion vervollkommnet werden, die dem Doktoranden noch größere Fertigkeit in der selbständigen Bemeisterung seiner Aufgabe gibt.

Diese Diplom- und Doktorarbeiten haben für die Glasindustrie eine doppelte Bedeutung, weil sie nicht nur die Ausbildung der jungen Fachleute selbständiger und besser abschließend gestalten, sondern auch weil sie durch die zutage geförderten Forschungsergebnisse der Industrie manche neue wissenschaftliche Kenntnis zuführen.

Die Frage des Hochschulunterrichts für Glasfachleute ist schon vor einigen Jahren einmal von Geheimrat Wüst und Professor Quasebarth für die Aachener Hochschule erwogen worden. In den damals aufgestellten Plänen ist die Ausbildung der Glasfachleute in enger Anlehnung an die Ausbildung der Eisen- und Metallhüttenleute vorgeschlagen worden. Es ist kein Zweifel, daß für einzelne Fälle, wo das Maschinelle und die Bewegung größerer Massen, wie z. B. in der Spiegelglasindustrie, eine Hauptrolle spielt, diese Ausbildungsform sehr geeignet ist. Aber für die größte Anzahl der Betriebe wird bei dieser Ausbildung die Kenntnis von den stofflichen Eigenschaften des Glases und ihrer Wandelbarkeit nicht genügend berücksichtigt, während der Hörer auf der andern Seite mit Einzelheiten beschwert wird, die ihm in der Technik nicht genügenden Nutzen bringen.

Ich möchte deshalb den oben in den Grundzügen gegebenen Lehrplan, der auf die Vermittlung einer starken Grundlage in chemischen, physikalischen und physikalisch-chemischen Kenntnissen besondern Wert legt, für die Mehrzahl der Fälle für die geeignete Form halten. Für Einzelfälle, besonders dort, wo durch persönliche Beziehungen oder andre Umstände ein ganz bestimmtes Ziel für den Lebenslauf eines jungen Mannes gegeben ist, kann dieser Lehrplan entsprechend geändert werden. Die letzte Reform der preußischen Technischen Hochschulen bietet ja gerade hierfür die Möglichkeit.

Während früher der Plan für die Diplomprüfung an enge Vorschriften gebunden war, ist jetzt größere Beweglichkeit vorhanden. Der Studierende kann für sein Diplomexamen die Fächer zusammenstellen, deren Kenntnis ihm für seine Zukunft oder aus Interesse besonders wünschenswert ist, und er wird, falls ein solcher Prüfungsplan eine harmonische, in sich abgeschlossene Ausbildung verbürgt, die notwendige Genehmigung der Fakultät für diesen Prüfungsplan erhalten. Diese neuere Form gestattet auch, durch sogenannte Wahlfächer in den Prüfungen den Studierenden den Nachweis über Sonderkenntnisse, die über das für die allgemeine Fachbildung Geforderte hinausreichen, zu erbringen. Diese Reform der Prüfungspläne der preußischen Hochschulen erleichtert es, in Anlehnung an vorhandene, für eine allgemeine Verwendung der von der Hochschule abgehenden Studierenden zugeschnittenen Lehrpläne den Nachweis über Sonderkenntnisse in Sonderfächern zu erbringen, die für bestimmte, aber nicht sehr aufnahmefähige Industrien notwendig sind. Damit können die dringendsten Bedürfnisse solcher Industrien unter Sicherstellung der Zukunft der in die Praxis tretenden jungen Leute befriedigt werden.

Wir dürfen nicht übersehen, daß es sich zunächst darum handelt, einen Anfang zu machen, und daß wir namentlich mit Rücksicht darauf, daß in jetziger Zeit die an sich so notwendige Einrichtung gut ausgestatteter glastechnischer Institute an finanziellen Schwierigkeiten scheitert, langsam vorzugehen gezwungen sind. Aus diesen Gründen glaube ich, daß eine Ausbildung, die sich an bereits vorhandene Lehrpläne, wie die des technischen Chemikers und Keramikers, anschließt, für den Augenblick die beste Lösung der Aufgabe ist. Ein aus diesem Gesichtspunkte heraus entwickelter Lehrplan ist in folgendem zusammengestellt:

1. Jahr: Grundzüge der höheren Mathematik, darstellende Geometrie, Physik, anorganische und analytische Chemie, Mineralogie, Kristallographie, Grundzüge der Geologie. Laboratorium für anorganische Chemie, Entwerfen einfacher Gebäude.

2. Jahr: Maschinenkunde, Maschinenzeichnen; Grundzüge der organischen Chemie, allgemeine chemische Technologie. Laboratorium für anorganische Chemie, Laboratorium für Physik.

Diplom-Vorexamen.

3. Jahr: Physikalische Chemie, Grundzüge der organischen Chemie, Grundzüge der Elektrotechnik, Metallurgie, Brennstoffkunde, Feuerungstechnik und industrieller Ofenbau, Tonindustrie, Glasindustrie, Volkswirtschaftslehre. Kurzes Praktikum in organischer Chemie, Laboratorium für physikalische Chemie. Arbeiten im keramischen und glastechnischen Praktikum.

Diplomexamen.

Als Diplomarbeit: Sonderaufgabe aus der Glasindustrie.

[1761] Dr. G. Keppeler-Hannover.

Über glastechnisches Bildungswesen.

Immer mehr bricht sich erfreulicherweise in der Glasindustrie die Erkenntnis Bahn, daß eine entsprechende Vor- bzw. Weiterbildung in den glastechnischen Wissenschaften, besonders Chemie und Feuerungskunde, ferner eine fortwährende Beratung durch chemisch-technische Laboratorien und Untersuchungsanstalten, von großer praktischer Bedeutung ist. Oft genug hört man in den Glasfabriken, daß völlig geeignetes Betriebspersonal selten zu haben ist; den nur wissenschaftlich vorgebildeten Glastechnikern fehlen die praktischen Erfahrungen, der nur praktische Hüttenfachmann hat meist nur ungenügende wissenschaftliche Kenntnis; beides aber ist in einem neuzeitlichen Betrieb nötig.

Nun hat Deutschland an eigentlichen glastechnischen Anstalten — abgesehen von Sonderfachschulen für Glasermeister, Glasinstrumentenmacher und Glasbläser in Freiberg, Ilmenau und Lauscha sowie einigen kunstgewerblichen Abteilungen an verschiedenen Kunstgewerbeschulen nur die einzige Fachschule für Glasindustrie in Zwies (Bayern). Ihr Programm ist: Theoretische, praktische und kun gewerbliche Ausbildung junger Leute für die gesamte Glasindustrie, wohl für die Glasraffinerie als Kunstgewerbler, Musterzeichner, Gl maler, Schleifer, Graveure, Ätzer, als auch für die eigentliche Gl technik als technische Betriebsleiter, Hüttenmeister, Schmelzer, Feuerun techniker. Für die Aufnahme ist Voraussetzung: Für die Lehrlin bildung vollendete Volksschule, für Kunstgewerbler gute zeichneris Vorbildung oder Werkstattpraxis, für Glastechniker eine entsprecher Glashüttentätigkeit oder höhere Schulbildung und zurückgelegtes 16. L bensjahr. Die Dauer der Unterrichtszeit beträgt beim normalen Le gang 3 bis 4 Jahre, für die kunstgewerbliche Abteilung 1 bis 2 Jah bei den Glastechnikern 1 Jahr (in den letzten 2 Jahren mußte der gl technische Kursus infolge der wirtschaftlichen Verhältnisse sogar ½ Jahr beschränkt werden). Mit der Schule ist eine Rat- und Auskun stelle verbunden zur Erteilung jeder möglichen Auskunft in allen kun gewerblichen und technischen Fragen der Glasindustrie, ferner ein c misch-technisches Laboratorium für Untersuchungen und Analysen v Rohstoffen und Gläsern, für Probeschmelzen von Kristall- und Fa gläsern, Beseitigung von Fabrikationsfehlern, Versuche für Glasmale und -ätzerei.

Freilich fehlt auch der Zwieseler Fachschule bis jetzt noch größerer industrieller Versuchsschmelzofen, eigentlich die Hauptsache die Heranbildung eines Glastechnikers. Sie muß als Ersatz die Einri tungen benachbarter Hütten heranziehen.

Allerdings kann man einwenden: Warum soll der angehende Gl techniker den ganzen Schmelzbetrieb nicht auf einer Fabrik kenn lernen? Man muß zugeben, daß auch beim Bestehen einer Glashütt schule schon aus Platzmangel, ferner zur Ausbildung in den versch denen Zweigen der Glasherstellung ein Teil der Glashüttentechnik seine praktische Ausbildung doch wie bisher in den Fabriken erhalt müßte. Man kann den Grundsatz aufstellen, der Glastechniker soll einer Fachschule oder auch Technischen Hochschule die nötigen chemis technischen Kenntnisse erwerben und dann in einer Fabrik den praktisch Glaschmelzbetrieb erlernen. Allein trotz all dieser Möglichkeiten brauch wir eine Schulglashütte. Erstens ist es vielfach jungen Leut sehr schwer, in einer Fabrik als Praktikanten unterzukommen, weil si die Glashütten aus allerdings oft leicht begreiflichen Gründen nic gerne mit der Ausbildung befassen; zweitens wäre aber auch für jed andern zukünftigen Glashüttenfachmann der Besuch einer Glashütt schule sehr empfehlenswert; denn die enge Verbindung von Wiss schaft und Praxis, der systematische Glasschmelzbetrieb, das Auspı bieren von Neuerungen würde ihm für seine spätere Praxis von groß Vorteil sein. Drittens wäre es auch manchem „Glaswissenschaftl sehr erwünscht und dringend notwendig, den ganzen Fabrikations trieb praktisch kennen zu lernen.

Daraus folgt schon, daß von einer Schulglashütte nicht bloß einzelne Glastechniker Nutzen haben würde, sondern die gesamte Gl industrie. Dieses Ziel müßte die Schule nicht bloß durch Unterricht u Ausbildung von Glastechnikern zu erreichen suchen, sondern dur richtige und wirtschaftliche Zusammenstellung der Gemengesätze, dur praktische Erprobung der verschiedenen Glasarten. Manches la wierige, Zeit und Geld verschlingende Ausprobieren von Neuerung könnte dadurch von den Glasfabriken auf die Glashüttenschule ab wälzt werden. Auch die Herstellung von kunstgewerblicher Glasmach arbeit könnte gefördert werden. Das wäre in kurzen Strichen das Pı gramm der Glashüttenschule.

Eine Hauptfrage ist nun: Was soll mit dem täglich hergestellt Glas geschehen? Falls es sich um Kristallglas handelt, könnte das Ro glas teils von der Schule selbst in eigenen Lehrwerkstätten für Maler Schleiferei, Ätzerei usw. veredelt werden, teils an Raffinerien verka werden. Eigene Raffinerien in Verbindung mit der Anstalt könnten großem Vorteil zugleich als Lehrwerkstätten für die betreffenden E rufe, besonders auch nach der kunstgewerblichen Seite, dienen. Au könnten zukünftige Betriebsleiter nicht bloß die Herstellung, sonde auch die Veredelung des Glases wenigstens in den Grundzügen kenn lernen. Es ist also eine staatliche vollständige Glasfabrik samt R finerie mit Lehr- und Arbeitswerkstätten anzustreben, natürlich nicht erster Linie, um auf Verdienst zu arbeiten, sondern zur Durchführu des skizzierten Arbeitsplans zur Förderung der Glasindustrie als V suchs- und Lehranstalt.

Wo in Deutschland soll diese Glashüttenschule errichtet werde Man könnte zunächst daran denken, sie an die entsprechende Abteilu einer Technischen Hochschule anzugliedern; der Vorteil hiervon wä daß gerade der zukünftige Fabrikleiter auch mit anderen Wisse zweigen seines Berufes sich leichter vertraut machen könnte; anderse überschreitet ein solcher Betrieb den Rahmen der bisherigen Technisch Hochschulen. Deshalb wird die Schulglashütte wohl besser als sel ständige Anstalt errichtet; es könnte von vornherein in ein glasindustriereichen Gebiete Deutschlands, z. B. Rheinland oder Schlesie eine große Zentralanstalt neu errichtet werden. Anderseits könnte ab auch die bisherige Fachschule für Glasindustrie in Zwiesel entspreche erweitert werden, was den Vorteil hätte, daß hier bereits die Grun lagen für eine solche Anstalt, ein chemisch-technisches Laboratoriu Unterrichtseinrichtungen, Bücherei, Lehrwerkstätten usw. vorhand sind; die Kosten müßten natürlich vom ganzen Reich bestritten werde Auf jeden Fall ist die Errichtung einer Glashüttenschule in Deutschla der Aufmerksamkeit und der Förderung aller Glasleute wert.

In einem Aufsatz „Fachschule und Versuchsanstalt zur Förderung d Glasindustrie" von Dipl.-Ing. W. Frommel im Sprechsaal 1919 Nr. wird als richtig anerkannt, daß gerade jetzt die Fachschulen als Grun

.feiler der industriellen Entwicklung erneute Beachtung verdienen. Dann ·ird vor allem der Punkt, daß die Glashüttenschule zugleich eine Stätte ür die Behandlung neuer Fragen der Industrie sein könnte, aufgegriffen nd eingehend auseinandergesetzt. Es muß eine selbständige und prakische Anstalt errichtet werden, da sich glastechnische Versuche nicht usschließlich im Laboratorium, sondern im Industrieofen in richtiger Veise durchführen lassen. Nicht auf die Förderung der Erkenntnis des Glases als wissenschaftlichen Objektes kommt es an, sondern auf die raktische Lösung der vielen Rätsel der Glastechnik. Es gibt eine Reihe von Fragen, die sich die ganze Glasindutrie gelöst wünscht, aber er einzelne fürchtet die Versuche wegen Betriebstörung, Kosten und Mißerfolgen. Ferner müßte die Versuchsanstalt eine beratende Stelle für Betriebschwierigkeiten sein, eine vollständige Sammlung der glastechischen Literatur besitzen, ein Untersuchungslaboratorium unterhalten. Auch müßte ihr der Charakter einer amtlichen, schiedsrichterlichen Stelle ukommen. Endlich käme der Anstalt noch eine gewisse Lehrtätigkeit u, aber nicht nach Art der Fachschulen, sondern nur in Form von Fortbildungskursen für die Männer der Praxis. Ähnliche Unternehmungen für industrielle Forschungen gibt es bereits zahlreich in Deutschand.

In England und Amerika werden großangelegte Forschungs- und Versuchsanstalten für die Glasindustrie errichtet, besonders auch, um as eingeführte Glas an Güte zu überflügeln; die Versuchsfabrik wäre ie Stätte, welche die Neuerscheinungen der ausländischen Industrie und ie Anregungen erfinderischer Fachleute zum Nutzen der deutschen Industrie auswertet. Deshalb soll die Anstalt staatlich werden, aber mit Unterstützung der Industrie errichtet. Mit einem solchen Institut wäre er Industrie weit mehr genützt als mit einer Reihe von neuen Fachchulen, welche die Industrie nur mit Anwärtern auf leitende Stellen berfluten. Die Industrie sollte nach Frommel den Schwerpunkt weit mehr auf den Ausbau ihrer technischen Leistungsfähigkeit als auf die Ausbildung des technischen Personals legen.

Den Vorschlägen Frommels für die Errichtung und Organisation iner Versuchshütte muß ich im allgemeinen durchaus beistimmen, nur rscheinen mir seine Ansichten über die Beschränkung der Lehrtätigeit und Ausbildung des glastechnischen Personals nicht zutreffend. Meiner Ansicht nach ist notwendig: sowohl die unmittelbare Förderung er Glasindustrie durch eine große Versuchsanstalt als auch ihre mittelare Förderung durch eine vorzügliche chemisch-technische Ausbildung es glastechnischen Personals, am besten auf einer damit verbundenen lastechnischen Schule.

Freilich werden wohl manche Bedenken vieler Glasindustrieller gegen ine Versuchsanstalt, nämlich was die Geheimhaltung der Versuche geenüber dem Wettbewerb, die gerechte Verteilung der Kosten usw. berifft, als nicht unberechtigt anerkannt werden müssen, doch werden ich auch diese Einwände zerstreuen lassen, da es genug allgemeinützige Aufgaben in der Glasindustrie zu lösen gibt, während die besondere Auswertung den einzelnen Fabriken vorbehalten werden kann.

Es scheint, als ob in der letzten Zeit die Frage der Begründung iner glastechnischen Anstalt ins Stocken geraten sei. Demgegeniber kann ich berichten, daß Verhandlungen mit den Verbänden der Glasindustrie und mit den bayerischen Staats- bzw. deutschen Reichsehörden schweben. Der Staat steht dem Gedanken freundlich gegeniber, verweist allerdings hinsichtlich der Geldmittel vor allem auf die ndustrie. Hoffentlich wird uns der Gedanke des Zusammenschlusses, ler jüngst durch die Gründung der Deutschen Glastechnischen Geellschaft zum Ausdruck gekommen ist, auf diesem Wege bald Fortchritte machen lassen. [1673]

Dr.-Ing. Ludwig Springer,
Studienrat und Glashüttenchemiker a. d. Fachschule
für Glasindustrie Zwiesel (Bayern).

Der Wärmefluß in einer Schmelzofen-Anlage für Tafelglas.

Obwohl die Brennstoffkosten etwa die Hälfte der Selbstkosten für lie Herstellung des Glases betragen, ist bisher über den Wirkungsgrad, womit der Brennstoff in den Glasschmelzanlagen ausgenützt wird, über lie Verteilung des Wärmebedarfs und der Wärmeverluste auf die einzelnen Teile der Anlagen noch sehr wenig bekannt. Die Arbeit „Der Wärmefluß in einer Schmelzofenanlage für Tafelglas" von H. Mauach[1]) berichtet über umfassende Untersuchungen, die zur Klarstellung dieser Verhältnisse von der „Wärmetechnischen Beratungsstelle der Deutschen Glasindustrie", Frankfurt a. M., in einer der größten Schmelzanlagen für Tafelglas durchgeführt worden sind.

Die Anlage besteht im wesentlichen aus den Gaserzeugern, dem Schmelzofen und aus den zugehörigen Luft-, Dampf-, Gas- und Abgasleitungen. Das zum Heizen des Schmelzofens dienende Mischgas wird n einer Gruppe von 7 freistehenden rostlosen Rundschacht-Gaserzeugern von 2,6 m lichtem Durchmesser erzeugt. Vergast werden für die Schmelzanlage rd. 35 t Saarkohlen mit einem untern Heizwert von 7160 kcal/kg in 24 h. Das Luft-Dampfgemisch für die Vergasung wird durch eine zentrale Haube und durch einen kreisringförmigen Schlitz am Umfang der Gaserzeuger und zwar in einer Menge von rd. 2,5 m³ Luft (bezogen auf 0° C und 760 mm Q.-S.) und von rd. 0,4 kg Dampf auf 1 kg Kohlen zugesetzt. Die Menge des erzeugten trockenen Gases beträgt 3,85 m³ für 1 kg Kohlen (0 ° C, 760 mm Q.-S.) mit einem untern Heizwert von 1380 kcal/m³; dazu kommen noch etwa 10 g teerartige Öle und 60 g Feuchtigkeit auf 1 m³ trockenen Gases. Die Temperatur des Gases beim Austritt aus den Gaserzeugern beträgt rd. 650 ° C.

[1]) Berlin u. München 1923, R. Oldenbourg.

Besondere Vorrichtungen zum Reinigen, Entteeren oder Entwässern des Gases sind nicht vorhanden. Die aus den Gaserzeugern mitgerissenen staubförmigen Verunreinigungen werden durch mehrmalige Ablenkung der Strömrichtung abgeschieden, soweit sie sich nicht schon in dem zu diesem Zweck sehr reichlich bemessenen Hauptsammelkanal von 4 m² Querschnitt abgesetzt haben.

Der Ofen selbst besteht aus der Wanne und dem darunter liegenden Wärmespeicher. Die Wanne hat eine innere Länge von 27 m, eine innere Breite von 6 bzw. 6,8 m; der freie Glasspiegel beträgt 164 m², der Glasstand rd. 1,1 m; in ununterbrochenem Betrieb wird an der Stirnseite das Gemenge aufgegeben und eingeschmolzen, am andern Ende das Glas zur Verarbeitung entnommen. Der Wärmespeicher arbeitet nach dem Grundsatz der Siemens-Regeneratoren, wie sie aus der Eisenindustrie bekannt sind; durch die mit Gitterwerk aus Schamottesteinen ausgesetzten Kammern strömen abwechselnd die Abgase, dann das Gas bzw. die Luft. Die Kammern haben rd. 4 m lichte Höhe und 16,5 m lichte Länge; die lichte Breite der Gaskammern beträgt 1,35 m, die der Luftkammern 1,75 m. In den Gaskammern wird das Gas, das sich in der Gasleitung bis auf etwa 480 ° C abgekühlt hat, auf rd. 950 ° C vorgewärmt; in den Luftkammern wird die Verbrennungsluft (Sekundärluft), die sich auf dem Weg von der Luftwechselklappe bis zum Kammerfuß

Abb. 1. Übersicht der gesamten Wärmeverteilung.

auf 450 ° C erwärmt hat, auf durchschnittlich 1160 ° erhitzt. Der Heizwert des Gases sinkt infolge teilweise eintretender Verbrennung mit Falschluft um etwa 40 kcal/m³. Die Kammern werden durch die Abgase aufgeheizt, die sich dabei von 1200 ° C in den Brennerschächten auf 630 ° C am Fuß der Kammern abkühlen. Etwa 4/5 der Abgasmenge strömt durch die Luftkammer, 1/5 durch die Gaskammer. Durch die Undichtigkeiten der Kammerwände dringt falsche Luft im Betrage von etwa 3,6 vH der Abgasmenge in den Brennerschacht ein. Der Wechsel findet jede halbe Stunde statt, und zwar wird das Gas durch eine drehbare Glocke, die Luft durch eine Klappe umgesteuert. Die Abgase aus der Gaskammer und der Luftkammer vereinigen sich hinter der Luftwechselklappe und strömen durch den Abgaskanal zum Teil unmittelbar, zum andern Teil durch einen Abhitzekessel in den Schornstein; ihre Temperatur am Fuß des Schornsteins beträgt durchschnittlich 340 ° C. Durch die Undichtheiten in der Abgasleitung und in der Kesseleinmauerung dringt falsche Luft im Betrage von etwa 65 vH der Abgasmenge am Kammerfuß ein.

Das Gas im Ofen wird mit einer Luftmenge von rd. 1,4 m³ auf 1 m³ trockenen Gases, einem Luftüberschuß von 5,5 vH der theoretisch erforderlichen Menge entsprechend, verbrannt. Die Abgase im absaugenden Brennerschacht enthalten an brennbaren Bestandteilen noch durchschnittlich 1,7 vH Kohlenoxyd.

Die Höchstwerte der optisch gemessenen Flammentemperaturen im Ofen schwanken um rd. 1600 ° C. Die Thermoelemente zeigen durchschnittlich 1380 ° C im Schmelzraum und rd. 1200 ° C im Arbeitsraum der Wanne an. Die Temperatur des Glasspiegels beträgt rd. 1400 ° C in der Schmelzwanne und 1240 ° C vor den Arbeitsöffnungen.

Verarbeitet werden rd. 50 t Gemenge in 24 h, denen etwa 23 t Glasscherben beigesetzt werden. Aus je 100 kg Gemenge werden 73 kg Glas geschmolzen. Die bei der Glasbildung verbrauchte, im fertigen kalten Glas gebunden enthaltene Wärme kann mit etwa 272 kcal/kg Glas angenommen werden. Für die spezifische Wärme des Glases im feurig flüssigen Zustand wird 0,32 eingesetzt. Mit diesen allerdings nur angenähert bekannten Werten ist als Ergebnis der Untersuchungen die Wärmebilanz der Schmelzanlage aufgestellt worden.

Abb. 1 zeigt in der Form der bekannten Wärmestrombilder die Übersicht über die Wärmeverteilung. Daraus geht hervor, daß nur 12,8 vH der der Anlage mit dem Brennstoff, dem Dampf und dem Gemenge primär zugeführten Wärme in dem der Wanne entnommenen feurig flüssigen Glas enthalten, also nützlich verwertet worden sind. Dieser bescheidene Wirkungsgrad kennzeichnet den wärmewirtschaftlichen Tiefstand der Ofenbautechnik um so mehr, als er bei einer neuzeitlich angelegten und vorbildlich geleiteten Anlage festgestellt worden ist.

Die Hauptquelle für die Verluste bildet die Wärmeabgabe der Wände infolge von Leitung und Strahlung. Sie macht mit 67 vH der primären Wärme mehr als ⅔ dieser Wärme aus; weit mehr als die Hälfte davon, über 40 vH der primär zugeführten Wärme, entfallen auf die Abkühlungsverluste des Oberofens, in erster Linie durch den Wannenboden und das Gewölbe. Die Gaserzeuger sind mit 8,75 vH an den Abkühlverlusten beteiligt, während in den Wärmespeichern, die vorteilhaft isoliert sind, weniger als 6 vH verloren gehen. In den Abkühlungsverlusten der Abgasleitung mit mehr als 8 vH ist die Wärmeaufnahme des Abhitzekessels mit enthalten. Etwa $^1/_6$ der abgeleiteten und ausgestrahlten Wärme wird für die Anlage wieder zurückgewonnen (Regenerationswärme), indem die zur Vergasung und Verbrennung zugeführte und durch Undichtigkeiten eindringende Luft durch die von den heißen Wänden abgegebene Wärme mehr oder minder stark erhitzt wird.

Etwa 30 vH der primären Wärme entführen die Abgase in den Schornstein; verhältnismäßig sehr gering sind die Verluste in den noch brennbaren Bestandteilen der Gaserzeuger-Rückstände, sowie in dem aus den Kanälen entnommenen Staub, die zusammen mit den Verlusten durch Kondensation von Dampf in den Leitungen von den Gaserzeugern weniger als 1 vH ausmachen. Der Gasverlust von 1,72 vH ist in erster Linie auf das Entweichen von Frischgas in den Abgaskanal beim Umsteuern der Gaswechselglocke zurückzuführen.

Eine wesentliche Verbesserung des Wirkungsgrades von Glasschmelzanlagen dürfte außer durch möglichst weitgehende Ausnutzung der Abgaswärme hauptsächlich durch nützliche Verwertung der ausgestrahlten Wärme des Ofens zu erzielen sein. Eine unmittelbare Verringerung dieser Verluste durch Isolierung des Bodens und des Gewölbes ist mit Rücksicht auf die zerstörende Wirkung der hohen Innentemperatur auf das zur Verfügung stehende Ofenbaumaterial heute nur in besonderen Fällen möglich. [1661]

Dr.-Ing. W. Friedmann.

Druckluft-Glasmacherpfeife.

Während die Maschinen zum Ziehen, Pressen, Walzen und Blasen des Glases in fortschreitender Verbesserung begriffen sind, hat es nebenher auch nicht an Neuerungen des Werkzeuges gefehlt, dessen sich die Glasmacher bei ihrer Arbeit seit alters her bedienen. Zur Verarbeitung des Glases im glühenden Zustande durch Blasen benutzt man die sogenannte „Pfeife". Sie besteht aus einem 1 bis 1,7 m langen schmiedeeisernen Rohr mit Mundstück oben und mit einer Verstärkung, dem „Anschweißende", unten, Abb. 2. Je nach der Art des Erzeugnisses sind auch die Größe und die Form der Pfeife ausgebildet. Der Glasmacher nimmt aus dem Schmelzofen mit der Pfeife einen Glasklumpen und bläst ihn zu einem Hohlkörper erst kegelförmig, dann von beliebiger Gestalt mittels oder ohne Form auf. Der ganze Formvorgang muß sich innerhalb kurzer Zeit abspielen, da das aus dem Schmelzofen entnommene Glas rasch erstarrt und infolge weiterer Abkühlung die Gefahr des Zerspringens eintritt. Eigenartigerweise bezeichnet man fachmännisch das fertige Erzeugnis nicht als mit dem Munde, sondern von „Hand geblasen", zum Unterschied von reiner Maschinenarbeit. Zum stoßweise ausgeübten Aufblasen ist nur ein ganz geringer Überdruck von schätzungsweise $^2/_{100}$ at erforderlich. Nach dem Gesetz der Oberflächenspannung nimmt der Druck mit steigendem Krümmungsdurchmesser des geblasenen Körpers ab. Das Aufblähen des zähen Glaskülbels am Anfang durch wiederholtes Ansetzen des Mundes an die Glasmacherpfeife erfordert seitens des Bläsers die Aufwendung eines größeren Druckes als im spätern Verlauf der Arbeit, bei welcher der Luftdruck geringer, dagegen das abzugebende Luftvolumen größer wird. Ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen der Änderung des Volumens, dem Temperaturwechsel und dem Druckausgleich besteht nicht, wird durch den Arbeiter gefühlsmäßig befolgt.

Abb 2. Alte Glasbläserpfeife.

Abb. 4. Druckluft-Glasmacherpfeife.

Abb. 3. Altes Verfahren der Glasbläserei mit Mundpfeife.

Ein Flaschenmacher stellt in der Schicht etwa 400 bis 600 Flaschen je nach Größe her. Bei einem durchschnittlichen Rauminhalt einer Flasche von ¾ l sind also zum Füllen mit Luft 300 bis 450 l erforderlich. Die vom Bläser geforderte Luftmenge muß aber größer sein, da ein Teil der eingeblasenen Luft beim Absetzen der Pfeife und Atemholen zurückschlägt.

Abb. 3 zeigt die Anwendung der Pfeife zur Herstellung von Tafelglas. Ein kräftiger Bläser vermag 40 bis 60 Hohlzylinder, sogenannt „Walzen" bis zu 2 bezw. 3 m Länge, 30 bis 40 cm Dmr. und von einem Einzelgewicht von rd. 25 kg freihändig in siebenstündiger Schicht zu blasen. Der Rauminhalt einer Walze beträgt etwa 200 l, so daß in der gesamten Arbeitszeit 12 000 l Luft vom Arbeiter gefördert werden.

Unter der Bezeichnung „Pneumatische Glasmacherpfeife" soll das alte und bewährte Werkzeug in der Art umgeformt werden, daß anstelle der Lungenluft „Preßluft" in das Mundstück eingeführt wird. Durch eine kleine im Pfeifengriff angeordnete Vorrichtung wird das Ausströmen der Druckluft zum Ausblasen des Glases geregelt. Abb. 4 gibt die Ausbildung des Lufteinlaßventiles wieder.

Bei der Anwendung der Patentpfeife drückt der Glasmacher mit dem Kinn oder wenn er einen Finger frei hat, mit diesem auf den Knopf am obern Pfeifenende und führt dadurch den Austritt bezw. Abschluß der Luft herbei.

Es ist abzuwarten, ob die vorgeführte Neuerung eine günstige Beurteilung in Glashütten findet. Sollte sich die Anwendung der Pfeife auf verschiedenen Gebieten der Flach- und Hohlglasbläserei bewähren, so sind die Vorteile für den Glasbläser unverkennbar. Abgesehen von dem technischen Fortschritt wäre auch die Einführung in gesundheitlicher Beziehung zu empfehlen. Bekanntlich gehen die Glasmacherpfeife innerhalb eines Betriebes von Mund zu Mund. Daß dadurch der Übertragung von Krankheiten Vorschub geleistet wird, ist anzunehmen. Bei Benutzung der Glasmacherpfeife führt der fortwährende Gegenstrom von heißer Luft bei den Glasmachern begreiflicherweise einen ungewöhnlichen Trinkreiz herbei, der nur durch die Aufnahme größerer Mengen von Flüssigkeiten befriedigt werden kann. Auch in dieser Beziehung könnte die Glasmacherpfeife Erleichterungen für den Glasmacher bringen. [1690]

Wärmewirtschaft in der französischen Glasindustrie.

Die Tätigkeit des „Office central de Chauffe de Paris", einer unserer deutschen „Hauptstelle für Wärmewirtschaft" entsprechenden Einrichtung, die zur Unterweisung der Industriellen im wirtschaftlichen Verbrauch von Brennstoffen in der Industrie geschaffen wurde, hat ganz natürlich dazu geführt, sich auch auf Glashütten zu erstrecken, in denen besonders wichtige Aufgaben hinsichtlich der Wärmewirtschaft vorliegen. Es wurde eine Wärmestelle „Keramik und Glas" unter der Leitung eines Glashütteningenieurs gegründet. Durch diese Stelle sind zahlreiche Arbeiten in Glashütten veranlaßt und durchgeführt worden. Einige davon seien hier angeführt.

Etwa zwölf Glashüttenleute, Flaschenfabrikanten, haben sich zu gemeinsamen Versuchen zusammengeschlossen. Sie haben sich an die Wärmestelle gewandt, um ihre Öfen untersuchen und deren Gang vergleichen zu lassen. Sie sind auf diesem Wege einerseits zu einer Verbesserung des Ofenbetriebes, anderseits zu Maßregeln hinsichtlich des Ofenbaues gelangt. Die Wärmebilanz eines jeden dieser Öfen wurde aufgestellt. Hieraus konnte dann eine vorbildliche Bilanz abgeleitet werden. In mehreren beteiligten Glashütten konnten Brennstoffersparnisse von 10 bis 25 vH infolge dieser Versuche erreicht werden.

Kürzlich hat die Wärmestelle ähnliche Versuche an 15 den normannischen Glashütten gehörigen Boëtius-Öfen angestellt, die noch im Gange sind, desgleichen in der Spiegelglasfabrik von St. Gobain auf Ersuchen der Handelskammer von St. Quentin, wobei die Vorteile und Nachteile der Braunkohlenbriketts, der Rohkohlen und eines Gemisches dieser beiden Brennstoffe in den Morgan-Gaserzeugern zur Beheizung von Wannenöfen festzustellen waren.

In den Glashütten der Auvergne wurden in der Zeit des vollständigen Mangels an Steinkohlen auf Ersuchen des Steinkohlen-Syndikats der Auvergne und von Nivernais Versuche mit Holz an Stelle von Rohkohlen gemacht. Verschiedene Hütten sind auf Anraten der Wärmestelle zu diesem Brennstoff übergegangen; sie sind damit gut zurechtgekommen und haben die Verfeuerung erst aufgegeben, als der Preis für Steinkohlen wieder erschwinglich geworden war. Die Wärmestelle hat bei etwa 10 andern französischen oder belgischen Glashütten eingegriffen, die sich im einzelnen an sie gewandt haben, sei es um den Ofengang zu verbessern, sei es um Änderungen von Neuanlagen zu prüfen oder um gewisse Herstellungsschwierigkeiten zu beheben. [1743]

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Aus der wirtschaftlichen Entwicklung der Glasindustrie.

Wer abseits von den großen Verkehrstraßen durch unsre herr-·hen deutschen Waldgebirge wandert, der stößt oftmals auf spärliche ·eintrümmer, die ihm anzeigen, daß hier mitten im Forst vor langen ·iten eine menschliche Siedlung gestanden hat. Sieht er auf einer ıten Wanderkarte nach, so findet er Ortsbezeichnungen, aus denen er ·ht, daß hier dereinst in einer Glashütte fleißige Hände die Glas-·acherkunst gepflegt haben. Holz und Torf waren Jahrhunderte lang die ·euerungsstoffe der Glashütten. War der Vorrat hieran an einer Stelle ·schöpft, so wanderte die Hütte häufig nach einem andern Ort, eine ·rscheinung, die wir in viel späterer Zeit in Amerika beobachten ·nnen, wo die Glasfabriken auch oft verlegt wurden, wenn das Vor-·mmen von Naturöl am Errichtungsorte so stark nachgelassen hatte, ·aß es zum Betriebe des Werkes nicht mehr ausreichte. Erst im ·. Jahrhundert wurden die altgebräuchlichen Feuerungsmittel durch die ·ohle verdrängt. Die Umstellung ging so weit, daß es heute in Deutsch-·nd nur noch zwei Hütten mit direkter Holzfeuerung gibt. Dieser Vor-·ng bildete die Grundlage für die großartigen technischen Neuerungen, ·elche in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Glasindustrie auf ·eue Entwicklungswege führten. Sie haben noch weite Ausläufe. Ihr ·ndziel ist weitgehender Ersatz der menschlichen Kraft und Geschick-·hkeit durch die Maschine. In Amerika konnte sich dieser Prozeß ·heblich schneller vollziehen als bei uns. Dies können wir namentlich ·der Hohlglas-, der Glasinstrumenten- und der Tafelglasindustrie be-·achten. Während z. B. die Herstellung des Fensterglases in Deutsch-·nd fast ausschließlich auf der Fertigkeit des Glasmachers beruht, wer-·n in den Vereinigten Staaten von Nordamerika nur noch 33 vH der ·rzeugung von Hand hergestellt, der Rest auf maschinellem Wege.

Nicht so klar wie die technische ist die wirtschaftliche Entwick-·ng vorgezeichnet. Die ursprüngliche Unternehmungsform war die ·lasmeisterschaft. Mehrere Glasmacher vereinigten sich zum Betriebe ·iner meist vom Landesherrn gepachteten Hütte, jeder auf seiner ·erkstelle für eigene Rechnung arbeitend. Wer sich ein Bild von den ·inzigen Größenverhältnissen und der Arbeitsweise solcher alten Hütte ·it direkter Holzfeuerung machen will, dem ist ein Besuch der Glas-·ütte in Walddorf bei Kehlheim zu empfehlen. Heute hat sich die ·orm dieser Genossenschaften überlebt; wir finden sie nur noch in ·ner deutschen Glashütte. Erst im 18. Jahrhundert entwickelten sich ·it der zunehmenden Verwendung gläserner Gebrauchsgegenstände die ·andwerksmäßigen kleinen Betriebe der Glasmacherkunst zu kleineren ·der größeren Mittelbetrieben. In der zweiten Hälfte des 19. Jahr-·underts führte die Umgestaltung der Lebensverhältnisse und des Ver-·ehrswesens zur Bildung neuer Zweige und zu einem erheblichen Auf-·hwung der Glasindustrie. Die Zahl der Glashütten mehrte sich stark. ·on den heute bestehenden 325 Hütten sind 145 in den Jahren 1850 bis ·899 entstanden. Die Arbeitsteilung und die Spezialisierung im Her-·tellungsprozeß nahmen ständig zu, die Zahl der im einzelnen Betriebe ·eschäftigten Arbeiter wuchs fortwährend. Die großen technischen Er-·ungenschaften der letzten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts und ·nseres Jahrhunderts, insbesondere das Generativgassystem, der Wannen-·fen und die Glasmaschinen, förderten die Entwicklung von Groß-·etrieben in der Glasindustrie mächtig. Es entstanden Werke wie die ·Vereinigten Lausitzer Glaswerke", die „Gerresheimer Glashütten-·erke", die „Adlerhütten", die „Aktiengesellschaft für Glasindustrie ·orm. Friedr. Siemens" und andere. Wie überall in der Industrie kam ·s auch in der Glasindustrie zu bemerkenswerten vertikalen und hori-·ontalen Zusammenschlüssen.

Auf dem Gebiete der vertikalen Zusammenschlüsse liegt der ·rwerb von Kohlengruben, Torflagern, Sandwerken, den viele Hütten ·orgenommen haben. Als umgekehrter Fall ist zu verzeichnen, daß ein ·itteldeutsches Braunkohlenbergwerk zur Verwertung seiner Kohle an ·rt und Stelle eine Flaschenhütte errichtete.

Die Verbindung von Glashütten mit Werken der weiterverarbei-·enden oder der Fertigindustrie macht große Fortschritte. Ich nenne ·ur die bedeutsame Eingliederung eines Teiles der Vereinigten Lausitzer ·lashüttenwerke (Glühlampenkolben!) in den Osramkonzern, die Ver-·inigung der Spiegelfabrik von Max Offenbacher mit den Bayerischen ·piegelglasfabriken Bechmann-Kupfer, den Anschluß der Glasschleiferei ·eumann & Staebe an die Josephinenhütte, den Erwerb der Freiberger ·lashütte durch die Spiegelfabrik N. Wiederer & Co.

Als weitere Beispiele für die durch unsere Steuerpolitik und durch ·ie Frachttarifpolitik der Eisenbahn geförderten Bestrebungen, den Her-·tellungsprozeß bis zum Endprodukt in allen seinen Phasen in einem ·etrieb zu vereinigen, mögen die Verschlußfabriken zahlreicher Flaschen-·ütten und die Schleif- und Polierwerke der Spiegelglasfabriken Er-·wähnung finden. Endlich gehören in dieses Kapitel die eigenen Flaschen-·abriken des Apollinaris-Sprudels und der Kupferberg-Champagnerfabrik, ·owie der durch Aktienbesitz begründete Einfluß gewisser Großbrauereien ·n Aktiengesellschaften der Flaschenindustrie.

Auch an horizontalen Zusammenschlüssen hat es in der Glas-·ndustrie nie gefehlt. Sie vollzogen sich sowohl zwischen Werken ver-·chiedener als gleicher Zweige der Glasindustrie. Für die ersteren ·eien aus der Vorkriegzeit die Hohlglasbetriebe der Firma F. C. H. Heye, ·amburg, der Erwerb der später wieder verkauften Spiegelglasfabrik ·eisholz durch die Gerresheimer Glashüttenwerke, die Zusammenfassung ·iner Preßglas- und einer Beleuchtungsglashütte zur Sächsischen Glas-·abrik, aus der Nachkriegzeit der Erwerb der Aktienmehrheit der Spiegel-·manufaktur Gelsenkirchen-Schalke durch die Gerresheimer Glashütten-·werke und die Begründung einer Hohlglasfabrik durch die Tafelglas-werke Lippold und Müller angeführt. Gleichartige Unternehmungen wurden im Verhältnis zur Zahl der Betriebe im größten Umfang in der Flaschenindustrie zusammengeschweißt. In ihr herrschen heute nach nahezu vollendetem Konzentrationsprozeß die Großunternehmungen Heye-Gerresheim, Siemens-Stralau, Heye-Hamburg und Oldenburgische Glashütte. In der Tafelglasindustrie hat die G. m. b. H. der Vereinigten Vopeliusschen und Wentzelschen Tafelglashütten fünf Tafelglashütten in sich aufgenommen. Sie stellen rd. 19 vH der deutschen Tafelglaserzeugung her. Zu nennen ist auch hier die Fusion von W. Hirsch und M. und E. Hirsch in Radeberg.

Verhältnismäßig am wenigsten ist es zur Vereinigung gleichartiger Unternehmungen zu einem Werk in dem Teile der Glasindustrie gekommen, der die stärkste Produktion hat und die größte Arbeiterzahl beschäftigt — nämlich in der Weißhohlglasindustrie. Gerade in ihr dürfte der Mangel starker Syndikate zum Zusammenschluß kapitalkräftiger Gruppen technisch vollkommener Werke mit guten Rohstoffverhältnissen in Zeitläuften drängen, in denen das Betriebskapital unzureichend wird und es zum freien Spiel der wirtschaftlichen Kräfte kommt. Aus den letzten Jahren sind folgende Verbindungen von Hohlglaswerken zu nennen: Brockwitz-Sörnewitz, Max Kray & Co.-Schreiber; Herm. Bulle, Bismarck- und Germaniahütte Welzow; Vereinigte Greinersche Glasfabrik Rauscha; aus früheren Jahren die Bildung der Firmen Adlerhütten, Adam Heinz und Ernst Witter Akt.-Ges.

Neben dieser Entwicklung der einzelnen Werke und der Gestaltung von Interessengemeinschaften her ging die Bildung von Verbänden. Ihre ersten Anfänge liegen weit zurück. Wir finden sie in Thüringen bereits in den ersten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts, an der Saar (Tafelglas und Flaschen) in den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts und in der bayerischen Spiegelglasindustrie in den fünfziger Jahren desselben Jahrhunderts. Keines dieser in Zeiten unauskömmlicher Verdienste entstandenen Preiskartelle war von langem Bestande.

Nach dem Kriege von 1870/71 führte der heftige Wettbewerb der deutschen Hütten untereinander und gegen den ausländischen Wettbewerb zu Preisen, die trotz der Preisermäßigungen der Rohstoffe ausreichende Verdienste nicht mehr brachten. Diese ungünstige Lage führte zur Gründung des Verbandes der Glasindustriellen Deutschlands. In der Gründungsversammlung wurden neue Preislisten mit erhöhten Preisen für Grünglas, Weißhohlglas einschließlich Beleuchtungsglas und Tafelglas beschlossen. Durch ehrenwörtliche Bindung suchte man der Preiskonvention festen Halt zu geben. Als die Krise, die übrigens die böhmische und die deutsch-österreichische Glasindustrie in gleichem Maße getroffen und auch dort zur Gründung von Verbänden der Glasindustriellen geführt hatte, überwunden war, schliefen die Preisvereinbarungen wieder ein, und der Verband der Glasindustriellen wandte seine Tätigkeit ausschließlich den allgemeine Zweige der Industrie berührenden Fragen zu. Syndikatsbildungen der achtziger Jahre an der Saar und in Bayern bilden die Vorläufer der machtvollen Syndizierungsbestrebungen, die im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts einsetzten und bis in die jüngste Zeit andauerten. Gegenwärtig umfaßt die deutsche Glasindustrie 10 Syndikate, 13 Kartelle und Preiskonventionen, 5 Arbeitgeberverbände und 22 wirtschaftliche Verbände.

Wer sich der Mühe unterzieht, die volkswirtschaftlichen Wirkungen dieser Kartelle zu untersuchen, der wird finden, daß sie, meist aus dem harten Zwang der Verhältnisse geboren, durch wohlbedachte Regelung der Produktion und der Preise die Industrie über schwere Zeiten der Absatzstockung hinweggebracht, größere Arbeitslosigkeit verhindert und damit segensreich gewirkt haben. Heute geht es vor allem um die Erhaltung und die Zusammenfassung des im verarmten Deutschland immer geringer werdenden Kapitals. In der Gegenwart und in der Zukunft wird es sich um die Sicherung der Kapitalgruppen handeln, die allein noch in der Lage sind, sich technisch auf der Höhe zu halten, und finanziell stark genug, um in dem kommenden freien Spiel der wirtschaftlichen Kräfte zu bestehen. Es wird daher in der nächsten Zeit der Kräftekonzentrierung innerhalb der fachlichen Verbände eine besondere Bedeutung zukommen.

Deutschlands Glasindustrie hat unter dem Weltkrieg schwer gelitten. Die Zahl der beschäftigten Personen ist von 92 000 im Jahre 1913 auf 43 000 im Jahre 1918 zurückgegangen und in der Nachkriegzeit langsam wieder auf 79 000 im Jahre 1921 gestiegen.

Für den Absatz der Erzeugung spielt seit der Erstarkung der Industrie im vorigen Jahrhundert die Ausfuhr eine große Rolle. Ihr Rückgang seit dem Krieg ist daher höchst bedauerlich. Die Ausfuhr betrug:

1913	rd. 244 000 t	bei einer Einfuhr von	rd. 16 000 t,
1921	„ 127 000 t	„ „ „	„ 1 550 t,
1922	„ 138 900 t	„ „ „	„ 14 600 t.

Als die größten Abnehmer kommen Großbritannien, die Vereinigten Staaten und die Niederlande, als Einfuhrländer die Tschechoslowakei, Belgien und Frankreich in Betracht. Die Ursachen des Sinkens unserer Ausfuhrziffern sind bekannt: Verlust von Absatzgebieten infolge des Erstarkens ausländischer Glasindustrien während des Krieges (Japan, England, Vereinigte Staaten, Schweden), Absperrung einer Reihe von Staaten durch Schutzzollpolitik, verringerte Produktion in Deutschland infolge ungenügender Versorgung mit Kohle und Rohstoffen, Verteuerung der Erzeugung durch Umbau der Generatoren für die Verfeuerung minderwertiger Brennstoffe, durch Bezahlung von Feierschichten an überschüssige Belegschaften, durch Einstellung besonderer Arbeiter für Tätigkeiten, die bisher von anderen mitverrichtet wurden, sowie durch sonstige unproduktive Ausgaben aus der

Demobilmachungsgesetzgebung. Schädlich ist der Glasindustrie auch die Gleichmacherei, an der die neueren sozialpolitischen Maßnahmen kranken. Man wendet Regeln, die für die meisten Fälle ganz gut passen mögen, ausnahmslos auf alle Zweige des Erwerbslebens an, ohne Rücksicht darauf, ob sie ihrer Eigenart frommen oder nicht.

Eine empfindliche Schädigung unserer Ausfuhr liegt in der Aufhebung der Frachtbegünstigung für die Beförderung der Ausfuhrgüter nach den deutschen Seehäfen, wie in der Eisenbahnpolitik der letzten Zeit überhaupt. Die Güterfrachten haben heute eine Höhe, welche beispielsweise selbst den Verkauf von wichtigen Erzeugnissen der Glasindustrie aus dem deutschen Südwesten nach dem deutschen Osten, geschweige denn eine Ausfuhr in überseeische Länder unmöglich machen. Zu den genannten Belastungen der Industrie kommen weitere Erschwerungen ihrer Ausfuhr durch die Liebesgabe an die Presse von 1½ vT der Ausfuhr und durch die Ausfuhrabgabe von 5 bis 11 vH[1]) (bis zum 10. Januar 1922 von 6 bis 16 vH). All dies erschwert der deutschen Glasindustrie den harten Kampf um ihr Dasein und ihre Weltgeltung.

Werfen wir einen Blick auf die bedeutendsten Wettbewerber der deutschen Glasindustrie auf dem Weltmarkt, so sehen wir in der Tschechoslowakei eine Absatzkrise als Folge der sprunghaften Steigerung des Kursstandes der tschechischen Krone. Trotzdem ist uns Böhmen in vielen Erzeugnissen der schärfste Konkurrent. Zur Erleichterung der Ausfuhr hat die tschechische Regierung schon im Herbst 1921, also zu einer Zeit günstiger Absatzverhältnisse, die Ausfuhrabgabe für alle Glaswaren aufgehoben, mit Ausnahme des Kristall-Luxusglases, bei dem sie

[1]) Inzwischen ermäßigt.

auf ½ vH herabgesetzt wurde. Ferner sind die Gütertarife für die Ausfu von Glaswaren stark ermäßigt worden. Die belgische Glasindustrie erl z. T. eine nie dagewesene Hochkonjunktur, die sich besonders in Spiegelglas-, Tafelglas- und Spezialglasindustrie zeigt. Die Regieru unterstützt nach Kräften die Industrie. Sie hat z. B. in der Spieg glasindustrie die Arbeitzeit (Achtstundentag) um wöchentlich 2 Stund verlängert. Durch Übergang zum maschinellen Betrieb sind in viel Hütten große technische Fortschritte erzielt worden. Dies gilt au von England und vor allem von den Vereinigten Staaten, deren Gl maschinen dauernd vervollkommnet und um neue Modelle vermel werden. Japans Glasindustrie ist gewaltig erstarkt.

So steht der deutschen Glasindustrie ein harter Kampf mit wo gerüsteten Gegnern in dem Augenblick bevor, da der niedere Stand d deutschen Mark ihr keinen Vorsprung mehr bietet. Deutschlands Gl industrie würde das Ansehen, dessen sie sich in aller Welt erfreut, ni rechtfertigen, wenn sie nicht wohlvorbereitet in diesen Kampf gin Mit fieberhaftem Fleiß hat man seit dem Ende des Krieges an der te nischen Vervollkommnung der Werke gearbeitet, sie auf die verä derten Kohlenverhältnisse umgestellt, das empirische Verfahren dur wissenschaftliche Methoden ersetzt, die Zahl der Erzeugnisse durch ne ergänzt, neuen Geschmacksrichtungen durch Muster von auserlesen Geschmack Rechnung getragen. Die bewährten Eigenschaften, dur welche unsere Glasindustrie groß geworden ist, sind auch heute no ihre Stärke: Qualitätsware, große Mannigfaltigkeit der Erzeugnis Fördert und pflegt der Staat die Industrie, die gefesselt nicht arbeit kann, so wird die deutsche Glasindustrie unter den Glasindustrien d Welt stets an führender Stelle stehen. [W 189] Dr. Schaller.

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt z. Zt. 30

Die industrielle Heizung. Von H. Le Chatelier. Autorisierte deutsche Übersetzung nach der zweiten Originalausgabe von Dr. B. Finkelstein. Leipzig 1923, Akademische Verlagsanstalt m. b. H. 418 S. mit 96 Abb. Gz. 11.

Die deutsche Fachliteratur, die sich besonders mit den industriellen Feuerungen befaßt, behandelt diese meist nur in Verbindung mit dem Dampfkesselwesen oder als Teil der Hüttenkunde. Bei sogenannten praktischen Handbüchern vermißt man in der Regel neben der Beschreibung der Feuerungseinrichtungen wissenschaftlich-theoretische Erörterungen über die Feuerungsvorgänge. Ofenfeuerungen für höhere Temperaturen, wie sie in den verschiedensten Industrien bestehen, im Zusammenhang mit einer streng wissenschaftlichen Wärmetechnik bilden den Gegenstand des unter dem Namen „Le Chauffage industriel" von dem französischen Altmeister der Feuerungskunde herausgegebenen Buches. Die Art und Weise, wie reiche Erfahrungen der Praxis und scharf überlegte Theorie zusammengeschweißt sind, ist hervorragend. Schon die Einleitung zeigt, daß der Verfasser kein Stubengelehrter ist. Er sagt: „Schlägt ein Industrieller ein wissenschaftliches Buch auf, um sich über eine ihm wichtige Sache zu unterrichten, so findet er sicherlich nichts darüber oder höchstens alte Angaben, die noch dazu ungenau sind. Viele Praktiker sind vollkommen im Recht, wenn sie sich beklagen, daß die reine Wissenschaft ihnen nicht die Belehrung bringt, die sie brauchen." Diese Vorwürfe kann das Buch nicht auf sich beziehen

Im einleitenden Abschnitt beschäftigt sich der Verfasser mit der Beschreibung der Heizstoffe, mit den Begriffen, welche die Oxydation, die durch Verbrennung entbundene Wärme, die spezifische Wärme der Gase und deren Ausdehnung, die Dissoziation, den Wärmeaustausch durch Strahlung und Leitung usw. betreffen, indem er die Wichtigkeit eines jeden dieser Faktoren für die Heizung hervorhebt. Beachtenswert ist die Leichtigkeit, mit der Le Chatelier Rechnungen durchführt. An Stelle von Liter, Kubikmeter und Kilogramm tritt durchweg das in der Chemie gebräuchliche Atom- bzw. Molekulargewicht. Das Volumen jedes Grammoleküls im Gaszustande bei 0° und 760 mm Q.-S. ist konstant, nach Avogadro 22,32 l, das Molekulargewicht ist also das Gewicht dieses Volumens. In Verbindung mit stoechiometrischen Berechnungen vereinfacht der Gebrauch dieser Zahl das Rechnen ungemein und bildet gewissermaßen den Schlüssel beim Übergang vom festen zum gasförmigen Zustand. Ohne Zahlentafeln verfolgt der Verfasser an und für sich verwickelte Vorgänge und gelangt auf einfachem Wege zu abgerundeten Zahlenwerten, die für das Vorstellungsvermögen des Praktikers leichter sind als endlose Dezimalzahlen und Ergebnisse peinlich genauer Rechnungen.

Eines der interessantesten Kapitel ist das über Generatorgas mit den drei Unterabschnitten: Theorie — Praktische Angaben — Gaserzeugertypen. Bei dem Abschnitt „Öfen", der u. a. kurz und klar die Frage der Verankerung des Ofens behandelt, tritt besonders hervor, daß Le Chatelier mit den Verhältnissen der Glashüttentechnik vertraut ist. Diese wird nicht nur hier, sondern zerstreut im Buche häufiger genannt. Alle Eigenschaften und die Behandlung der feuerfesten Stoffe, die zum Bau von Feuerungen dienen, werden in dem Maße erklärt, wie es für die Industrie wichtig sind.

Es ist sehr erfreulich, daß die Verlagsanstalt die Übersetzung des Buches veranlaßt hat, um auch denjenigen das Werk zuzuführen, die nicht in der Lage sind, die Arbeit im Urtext, die schon längst als eine der besten der Feuerungskunde bekannt ist, zu lesen.

Einem Verlangen des Verfassers entsprechend mußte sich der Übersetzer streng an den französischen Wortlaut halten. Infolgedessen sind die Verdienste der deutschen Wissenschaft wie im französisch Urtext, so auch in der deutschen Übersetzung zum Teil unberücksichti geblieben. Daß die Erfindung der Regenerativfeuerung nicht dem „S William Siemens" (geb. am 4. April 1823 in Lenthe bei Hannover) z geschrieben werden darf, sondern seinem in Deutschland gebliebene Bruder Friedrich Siemens, geht schon daraus hervor, daß das mit d Erfindung zusammenhängende deutsche Patent vom 2. Dezember 18 das englische dagegen erst vom 22. Januar 1861 datiert. In der Ei leitung des Buches, die allgemein von der wissenschaftlichen Techn handelt, finden sich leider mehrfach Stellen dieser Art, die das B fremden des deutschen Lesers erregen müssen.

[B 1737] Maurach.

Die Glasindustrie im Saargebiet. Von Dr. W. Lauer. Beitrag z Wirtschaftsgeschichte des Saargebietes, als Doktorarbeit erschiene Braunschweig 1922, Fr. Vieweg & Sohn. 248 S.

Der Verfasser behandelt eingehend die Entwicklung der Glasind strie des Saargebietes unter Benutzung aller ihm zur Verfügung stehe den literarischen Unterlagen. Dr. M. v. Vopelius und Leo Wentz haben ihn dabei unterstützt, ebenso wie eine Reihe von Fabrikanten u Arbeitern, deren Auskunft von Nutzen war. Mit Bedauern stellt Lau fest, daß gerade die großen Fachverbände, die durchweg von Ak demikern geleitet werden, bei denen man eigentlich das nötige Interes und Verständnis für eine solche wissenschaftliche Arbeit voraussetz sollte, dem Zustandekommen der Schrift die größten Schwierigkeit bereitet haben. Nicht nur die geschichtliche, sondern auch die wi schaftliche Entwicklung der Saarglasindustrie bis auf die heutige Z wird behandelt. Der Abschluß bringt einen Ausblick in die kommen Zeit und erhofft von dem Abstimmungsergebnis im Jahre 1934 d Wiederaufblühen der gegenwärtig notleidenden Glasindustrie i Saargebiet.

Chemische Technologie in Einzeldarstellungen: **Mischen, Rühren, Knet und die dazu verwendeten Maschinen.** Von Geh. Reg.-Rat Dr.-Ing. h. H. Fischer †. 2. Aufl., bearb. von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr.-In A. Nachtweh. Leipzig 1923, Otto Spamer. 95 S. mit 125 Ab Preis Gz. 4, geb. Gz. 6.

In eigener Sache.

Wir erhalten einen Ausschnitt aus dem Colmarer „Elsässer Kurie vom 11. Mai 1923 mit folgendem Inhalt:

„**Zeitungsverbot.** Von der Sous-Prefecture wird uns geschriebe Durch Verfügung des Herrn Generalkommissars der Republik vom 2. M 1923 ist der Vertrieb, der Verkauf und die Verteilung der Fachzeitschri „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure", Verlag in Berlin, in de Gebieten des Haut-Rhin, Bas-Rhin und der Moselle untersagt."

Unter den heutigen Verhältnissen haben wir das Verbot als b sondere Auszeichnung aufzufassen, wenn uns auch nicht bekannt is durch welchen unserer technisch-wissenschaftlichen Aufsätze, z. Kraftfelder an Knotenblechen, Schnellkupplung, Amerikanische Gro güterwagen usw., wir die Aufmerksamkeit der hohen Politik auf u gezogen haben.

Auf Anregung aus den Kreisen der durch das Verbot Betroffene werden wir in der Erwartung, daß vielleicht auch von französisch Seite einst die Abwehr technisch-wissenschaftlicher Erkenntnis ei gestellt werden wird, die verbotene Ingenieurzeitschrift solange wi möglich hier den Abonnenten zur Verfügung halten.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 22 SONNABEND, 2. JUNI 1923 BD. 67

INHALT:

Die Grundlagen der Verfestigungsvorgänge.

Von Dr.-Ing. Czochralski.

Auf Grund neuer Versuche und Feststellungen werden die Festigkeitseigenschaften und die Bildsamkeit plastischer Metalle zusammenfassend dargestellt und die Beziehungen zwischen den Eigenschaften (Festigkeit, Dehnung, Härte) abgeleitet. Erörterung der innern Fließvorgänge und der äußern Fließerscheinungen an Beispielen. Die bisher angenommenen Gleitebenen erweisen sich als unwirksam, das Fließen wird durch diese Ebenen nur gehemmt; dieses findet vorzugsweise in kristallographisch unrationellen Ebenen statt. Die Fließvorgänge werden nach dem Grad ihrer Wirksamkeit eingeteilt. Das Auftreten von „Verfestigungswirkungen" wird grundsätzlich erwiesen und durch Rekristallisationsversuche der Betrag der Verfestigung genauer umgrenzt. Nachweis von Raumgitterstörungen an zahlreichen Einkristallen, Zustandschema. Behandlung der Kräftemechanik der Verfestigungsvorgänge unter Zugrundelegung des Schubgesetzes*).

Festigkeit und Bildsamkeit.

Festigkeit und Dehnung.

Während die physikalische Forschung über die Eigenschaften elastisch beanspruchter Kristalle zu einem gewissen Abschluß gengt ist, herrscht über deren Zustand und erhalten bei überelastischer Beanspruung völliges Dunkel. Umfangreiche ntersuchungen über die elastischen genschaften sind an einer großen Anhl von Mineralien durchgeführt worden. ber schon die Angaben über die Festigitseigenschaften sind äußerst spärlich. ir Steinsalz sind einige Zahlenwerte von lla und Voigt[1]) angegeben worden.

Nach den Ergebnissen ändert sich im Steinsalz der Wert der Festigkeit nlich wie der Wert des Koeffizienten r elastischen Dehnung mit der istallographischen Orientierung r Richtung, in welcher der Zug sgeübt wird. Beim Steinsalz verlten sich die am meisten voneinder abweichenden Werte der stigkeit etwa wie 1:10.

Wie liegen nun diese Verhältnisse i Metallkristallen? Die Antwort f die Frage sei in den in Abb. 1 d 2 und Zahlentafel 1, Spalte 1 s 3, zusammengefaßten Versuchsgebnissen des Verfassers an einem upferkristall gegeben. In Abb. 1 i die Oberfläche, welche die Festigitszahlen, in Abb. 2 die Oberfläche, elche die Dehnungsziffern miteinder verbindet, dargestellt. Für die stigkeit sind die Höchstlastgrenn[2]) eingesetzt worden. Wie aus nVersuchsergebnissen hervorgeht, dern sich also auch beim Kupfer die Werte für die Festigkeit und die Dehnung mit der kristallographischen Orientierung, in welcher der Zug ausgeübt wird; die Festigkeit etwa im Verhältnis 1:3, die Dehnung in höherm Maße, und zwar etwa 1:5,5.

Abb. 1. Festigkeitskörper eines Kupferkristalls.

Abb. 2. Dehnungskörper eines Kupferkristalls.

Die in Abb. 1 und 2 veranschaulichten Ergebnisse sind für die Vorgänge beim Fließen grundlegend. Zunächst einmal im Hinblick auf die Frage des Höchstlastpunktes. Sie beweisen, daß die Höchstlast je nach der Kristallorientierung in weiten Grenzen schwanken kann. An Vielkristallproben wurde sie von einigen Forschern für eine von dem physikalischen Zustand unabhängige Konstante erklärt[3]); von andern wurden dagegen in Abhängigkeit vom physikalischen Zustand Zahlenwerte von 28 bis 44 kg/mm² beobachtet[4]). Auf Grund dor vorliegenden Untersuchung ergeben sich für Kristalle, die keine zusätzliche mechanische Bearbeitung erlitten haben, je nach der kristallographischen Orientierung, in der die Prüfung vorgenommen wird, Zahlenwerte zwischen 12,9 und 35,0 kg/mm².

Des weitern, und das ist das überraschende Ergebnis, treten im großen und ganzen die Mindestwerte der Festigkeit und Dehnung einander zugeordnet auf, während man nach denüblichen Vorstellungen wohl Entgegengesetztes zu erwarten hätte. Bei der Prüfnng von Vielkristallproben stehen die Festigkeit und die Dehnung im umgekehrten Verhältnis zueinander. Die Höchstwerte der Festigkeit zeichnen sich dagegen durch mittlere Dehnungszahlen, nämlich 35 kg/mm² Festigkeit bei 33 vH Dehnung, die Höchstwerte der

*) Vorgetragen im Phys.-chem. Colloium der Universität Frankfurt a. M. am Mai 1923.

[1]) Annalen der Physik, Neue Folge, 3 S. 636.

[2]) Zugspannung bei der Höchstlast n Rückgang der Spannung erkennbar, f den jeweiligen Stabquerschnitt begen. Von der Höchstlastgrenze an fiel Spannung bei diesen Versuchen unter plötzlicher Fließkegelbildung jäh ab; wahrscheinlich besteht bei Einkristallproben zwischen der Spannung und der Einschnürung eine ganz andre Beziehung als bei Vielkristallproben.

[3]) Z. 1913 S. 938; vergl. hierzu Intern. Zeitschr. f. Metallographie 1914 S. 44.

[4]) W. Müller, Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 211 S. 38.

Dehnung durch mittlere Festigkeitszahlen, 50/50/55 vH Dehnung bei 20/23/25 kg/mm² Festigkeit aus.

Bei Steinsalz beobachteten Sella und Voigt, daß die Festigkeitswerte der Proben von der geometrischen Anordnung der Begrenzungsflächen abhängig sind. Bei den meisten Metallkristallen ist dies nach den Versuchsergebnissen des Verfassers nicht der Fall. Bei den regulär kristallisierenden Metallen, wie Kupfer und Aluminium, lagen die erhaltenen Zahlenwerte durchweg innerhalb der Versuchsfehlergrenzen.

Härte.

Auch im Hinblick auf die Härte ergeben sich in den verschiedenen kristallographischen Richtungen wesentliche Unterschiede. Die nach dem Kugeldruckverfahren an einem Kupferkristall gewonnenen Ergebnisse sind in Zahlentafel 1, Spalte 4, zusammengestellt. Den Versuchsergebnissen gemäß sind in den Achsenrichtungen geringer Festigkeit die Härtezahlen beträchtlich höher als in den Achsenrichtungen hoher Festigkeit. Auch dieses Ergebnis ist insofern überraschend, als man nach den bisherigen Vorstellungen das entgegengesetzte Verhalten zu erwarten hätte. Bekanntlich kann man bei den meisten Metallen und Legierungen, z. B. bei Kohlenstoffstahl, die Festigkeit aus der Härte berechnen. Härte und Festigkeit steigen in gleichem Maße. Der Umrechnungsfaktor entspricht einer Erfahrungszahl. Diese kann, je nach der chemischen Zusammensetzung und Art des Stoffes verschieden sein. Bei einer Härtezahl von 30 Brinelleinheiten beträgt z. B. die Festigkeit von Hartblei etwa 10 kg/mm², die von Eisen etwa 30 kg/mm². Im allgemeinen steigt aber die Festigkeit mit der Härte im gleichen Maße. Daß die Festigkeit und Härte, wie im vorliegenden Fall, auch in umgekehrtem Verhältnis zueinander stehen können, war bis jetzt wohl noch nie beobachtet worden. Diese Tatsache beweist, daß die Kugeldruckhärte auch in einer ganz andern Beziehung zu den Eigenschaften eines Stoffes stehen kann, als man bisher angenommen hat. Die Härtezahlen weichen in den verschiedenen Kristallrichtungen um so mehr voneinander ab, je geringer die Tiefe der Eindrücke ist. Dies hängt damit zusammen, daß sich bei einer geringen Eindrucktiefe ein stärker gerichtetes Kraftfeld einstellt als bei einer erheblichen Eindrucktiefe der Kugel. Bei tiefen Kugeleindrücken kann sich die Beanspruchung gleichzeitig fast auf alle Kristallrichtungen erstrecken.

Das in der Technik ziemlich verbreitete Verfahren der Härteprüfung nach dem sogenannten Rücksprungverfahren liefert ähnliche Ergebnisse. Das Verfahren besteht bekanntlich darin, daß die Rücksprunghöhe eines kleinen Hammers, der auf die Probe von bestimmter Höhe frei niederfällt, gemessen wird. Die erhaltenen Zahlen stehen, wie die Werte der ersten Versuchsreihe, ebenfalls im umgekehrten Verhältnis zu der Festigkeit. Dies dürfte um so weniger den Erwartungen entsprechen, als meist angenommen wird, daß die auf diese Weise bestimmten Härtezahlen mit der Elastizitätszahl in Beziehung stehen würden. Dies ist aber durchaus nicht der Fall. Wie später gezeigt werden soll, stehen bei Einkristallen wohl Festigkeit u[illegible] Elastizität im gleichen Verhältnis zueinander, nicht aber a[illegible] die Härte. Dieser Widerspruch im Verhalten wird aber sogle[illegible] verständlich, wenn man berücksichtigt, daß auch bei dies[illegible] Verfahren die Oberfläche stets eine Deformation in Form v[illegible] winzigen Kugeleindrücken erleidet. Grundsätzlich unterschei[illegible] sich beide Verfahren so gut wie gar nicht voneinander. I[illegible] Rücksprungverfahren ist gewissermaßen nur ein Kugeldru[illegible] verfahren im kleinen.

Aus den Ergebnissen geht hervor, daß durch die Härtezahl[illegible] auch ganz andre Eigenschaften als die beabsichtigten zahl[illegible] mäßig zum Ausdruck gebracht werden können. Die Härteziff[illegible] können allenfalls als Maß der Plastizität gelten, und zwar n[illegible] für Beanspruchungen, wie sie bei den technologischen Arbei[illegible] verfahren wie Walzen, Ziehen, Pressen auftreten. Wenn n[illegible] der Bearbeitung auch die Härte steigt, so liegt das eben dar[illegible] daß mit dem Grade der Bearbeitung in der Regel mit [illegible] Erhöhung der inneren Reibung auch die Plastizität in gl[illegible] chem Maß erschöpft wird. Man wird sich künftighin e[illegible] scheiden müssen, inwieweit man unter „Härte" Elastizität u[illegible] inwieweit Plastizität zu verstehen hat. Auch die „Ritzhärt[illegible] die in der Mineralogie eine wichtige Rolle spielt, dürfte si[illegible] bei bildsamen Stoffen ebenfalls als Maß der Plastizität [illegible] weisen. In der Physik hat bis jetzt nur das Verfahren [illegible] Härteprüfung nach Hertz Eingang gefunden; bei diesem hand[illegible] es sich im wesentlichen um die Elastizität eines Stoffes. I[illegible] nähere Erforschung des Zusammenhanges von Elastizität u[illegible] Plastizität dürfte wohl große Vereinfachungen im Materialpr[illegible] fungswesen mit sich bringen.

Innere Fließvorgänge.

Welche Schlußfolgerungen ergeben sich nun aus dem V[illegible] halten eines Kristalls in den verschiedenen Achsenrichtung[illegible] für das Verhalten metallischer Stoffe bei überelastischer [illegible] anspruchung?

In erster Linie folgt daraus die sehr wichtige Tatsac[illegible] daß beim Kupfer die größte Dehnung entgegen den herrschend[illegible] Anschauungen in den Achsenrichtungen auftritt, in denen [illegible] Möglichkeit zur Gleitflächenbildung [Translationsebenen[1]] [illegible] geringsten ist. Nach den Untersuchungen von Mügge u. a[illegible] tritt die Gleitflächenbildung beim Kupfer parallel zu den ([illegible] taederflächen und am leichtesten bei einem Kraftangriff paral[illegible] zu den Seiten dieser Flächen ein. Im Einklang mit dieser T[illegible] sache müßten nun die größten Dehnungen in den Achsenri[illegible] tungen auftreten, in denen die Lage der Ebenen am meisten ein[illegible] Winkel von rd. 45° entspricht[3]). Dieser Forderung genügen [illegible] erster Linie die Stäbe in der Richtung der Hauptachsen. W[illegible] der Versuch lehrt, finden sich aber in diesen Achsenrichtung[illegible]

[1]) Tammann, Lehrbuch der Metallographie, 2. Aufl., Leipzig 1[illegible] S. 59/65.
[2]) Neues Jahrbuch für Mineralogie 1899, Bd. II S. 55.
[3]) Vergl. Ludwik: Elemente der technol. Mechanik, Berlin 1909, S. 11[illegible]

Zahlentafel 1.

Bezeichnung der Proben	Orientierung des Kristallstreifens zur Zugrichtung	Ergebnisse der Prüfung der unbeanspruchten Kristallproben				Prüfungsergebnisse der kaltgereckten Kristallproben			
		1 Abmessungen der Proben (Meßlänge) mm	2 Höchstlastgrenze kg/mm²	3 Gleichförmige Dehnung vH	4 Härte (Brinell) kg/mm²	5 Dickenabnahme beim Walzen mm	6 Abmessungen der Probe mm	7 Höchstlastgrenze kg/mm²	8 Dehnu[illegible] vH
1	senkrecht zur Dodekaederfläche. (Senkrecht zu 110 und parallel zu $1\bar{1}0$.)	1,5 × 2,00 × 10	20,15	50	37,2	1,46/0,15	0,15 × 3,60 × 30	34,0	<1
2	in der Zone: Würfel- zur Dodekaederfläche, um 22½° zur Würfelnormalen geneigt. (Um 22½° geneigt gegen die Senkrechte auf 001 in der Zone 001 zu 100 gegen 101 hin und parallel zu 010.)	1,41 × 2,00 × 10	12,9	20	37,5	1,44/0,175	0,175 × 3,0 × 30	36,2	<1
3	senkrecht zur Oktaederfläche. (Um 35° geneigt gegen die Senkrechte auf 110 in der Zone 110 zu $00\bar{1}$ gegen $00\bar{1}$ hin und parallel zu $1\bar{1}0$, senkrecht zu $1\bar{1}1$.)	1,46 × 2,00 × 10	35,0	33	35,0	1,36/0,12	0,12 × 4,25 × 30	39,6	<1
4	in der Zone: Dodekaeder- zur Oktaederfläche, um 18° zur Dodekaedernormalen geneigt. (Um 18° geneigt gegen die Senkrechte auf 110 in der Zone 110 zu $00\bar{1}$ gegen $1\bar{1}1$.)	1,47 × 2,00 × 10	24,4	55	—	1,44/0,13	0,13 × 3,7 × 30	34,0	<1
5	in der Zone: Würfel- zur Oktaederfläche um 25° zur Würfelfläche geneigt. (Um 25° geneigt gegen die Senkrechte auf $00\bar{1}$ in der Zone 110 zu $00\bar{1}$ gegen $11\bar{1}$ hin und parallel zu $1\bar{1}0$.)	1,49 × 2,00 × 7,0	22,6	50	35,5	1,49/0,25	0,25 × 3,2 × 30	39,5	<1
6	senkrecht zur Würfelfäche. (Senkrecht zu 001 und parallel zu 010.)	1,49 × 1,98 × 10	14,6	10	38,3	1,49/0,15	0,15 × 3,9 × 30	36,8	<1

e Mindestwerte der Dehnung. In den Richtungen geringer, ja eringster Möglichkeit der Bildung von Gleitflächen, also senkecht zu den Oktaeder- und Dodekaederflächen, treten in vollem egensatz mit dieser Theorie die Höchstwerte der Dehnung auf. ie Dehnung nimmt also nicht, wie man vielfach fälschlich glaubt, it der Möglichkeit der Gleitflächenbildung proportional zu, sonern ganz im Gegenteil proportional ab.

Hieraus geht die Unhaltbarkeit der auf unzulänglichen kriallographischen Beobachtungen aufgebauten Translationshypoiese notwendig hervor. Der Fehler aller dieser Annahmen liegt dem Bestreben einer möglichst sinnfälligen Erklärung der ließvorgänge, aus dem die Anlehnung an Vorbilder der älteren lineralogie zu erklären ist. Es war naheliegend, anzunehmen, aß das Fließen etwa auf ähnlichen Grundlagen beruhen müsse ie die Spaltbarkeit von Mineralien.

Um tiefer in das Wesen der Fließvorgänge von Kristallen nd kristallinen Stoffen eindringen zu können, muß man sich unächst von der Vorstellung der sichtbaren Gleitebenen befreien nd für die Erklärung der Vorgänge ganz andre Gesichtspunkte inzuziehen. In allererster Linie das Schubgesetz. Die exakte echnologische Mechanik schenkte daher den Schubvorgängen im nnern beanspruchter Metalle besondere Aufmerksamkeit. Im ahmen der technologischen Mechanik werden die Schubvorgänge dargestellt, als ob das Fließen ebenfalls nach Gleitebenen vor ch ginge. Diese Ebenen haben aber weder mit Translations-, willings-, noch mit irgendwelchen kristallographischen Ebenen was gemein; sie sind reine Vorstellungsbilder und entziehen ch als solche der sinnfälligen Beobachtung. Im Gegensatz zu en kristallographischen Gleitebenen soll ihre Lage unter gewissen edingungen (z. B. bei gemischter Beanspruchung) beeinflußt erden. In der Regel verlaufen sie ungefähr um 45° zur Richtung es Kraftangriffes. Das ist der Winkel, in dem stets die ersten leibenden Materialverschiebungen auftreten, wenn Einflüsse ktorieller Natur nicht in Betracht zu ziehen sind. Über die chubvorgänge in Kristallen ist nur wenig oder gar nichts ekannt.

Wertet man die in Abb. 2 veranschaulichte Fläche, die die ehnungszahlen in den verschiedenen Kristallrichtungen des upfers wiedergibt, analytisch aus, so gelangt man, da die Kriallrichtungen größter Dehnung und das stärkste Fließen zusamenfallen, zu dem Ergebnis, daß auch die Lage der „fiktiven leitebenen" in diesen Richtungen sehr günstig gewesen sein uß, und zwar am günstigsten bei den senkrecht zu der Dodeaederfläche und nahe dieser nach der Oktaederfläche hin gegenen Zerreißstäben, nicht ganz so günstig bei einer Neigung m 25° zur Würfelnormalen nach der Oktaederfläche hin. In er Richtung senkrecht zu der Oktaederfläche, in der ein schwäheres Fließen auftrat, müssen die „fiktiven Gleitebenen" schon ne ungünstigere Lage und eine ganz ungünstige in der Richng senkrecht zur Würfelfläche eingenommen haben. Hieraus ißt sich ableiten, daß die Ebenen, in denen die ersten bleibenden laterialverschiebungen aufgetreten waren, einen Winkel von 5° mit den Richtungen größter Dehnung einschließen; in einem treuungsbereich von etwa 30° hierzu verlaufen aber noch ganze charen von Ebenen fast ebenso günstiger Orientierung. Uneachtet des großen Streuungsbereiches lehnen sie sich mehr oder eniger den Würfelflächen an[1]). Für eine vereinfachte Darellung soll im folgenden ihre Lage in grober Annäherung arallel zu der Würfelfläche angenommen werden. Stellt man iese „fiktiven Gleitebenen" den vermeintlichen „kristallographihen Gleitebenen"[2]) gegenüber, so gelangt man zu der in Zahlenfel 2 wiedergegebenen Übersicht ihrer Lage in den Kristalläben.

Bei den Proben der ersten Zahlenreihe besteht keine Gesetzäßigkeit der Dehnung zur Lage der „kristallographischen Gleitbenen". Die Reihe wird willkürlich durchbrochen. Schlechthin t die Dehnung um so geringer, je günstiger die Lage der benen zur Richtung des Zuges ist, d. h. je mehr sie sich dem Vinkel von 45° zur Zugrichtung nähert.

Ein ganz andres Bild ergibt sich aus der Lage der „fikven Gleitebenen". Die Zahlenwerte der zweiten Reihe stehen einer gesetzmäßigen Beziehung zur Dehnung; sie bilden eine eschlossene Reihe. Die Dehnung ist um so größer, je mehr sich ie Lage der „fiktiven Gleitebenen" dem Winkel von 45° zur ichtung des Zuges nähert. Vergleicht man die Stäbe 3 und 6 iteinander, so erscheint die Dehnung des Stabes in der Richng der Oktaederfläche etwas niedrig (vergl. Anm. 1); dieser unkt wird noch zu erörtern sein.

So sehr die aus dieser Übersicht gewonnenen Ergebnisse ugunsten der „fiktiven Gleitebenen" sprechen, so sehr beweisen e auch die Unwirksamkeit der vermeintlichen „kristallographichen Gleitebenen" beim Fließen. Es drängt sich daher die rage auf, welche Stellung neben den „fiktiven Gleitebenen" die kristallographischen Gleitebenen" (Translationsebenen, wie sie

Zahlentafel 2.

Bezeichnung der Proben	Orientierung des Kristallstreifens zur Zugrichtung	Winkel der vermeintlichen kristallographischen Gleitebenen „(Hemmungsebene H)" zur Zugrichtung	Winkel der „Fließebenen F" zur Zugrichtung	Gleichförmige Dehnung vH
1	senkrecht zur Dodekaederfläche	55° (2 Systeme) 0° (2 „)	45° (2 Systeme) 0° (1 „)	50
2	in der Zone: Würfel- zur Dodekaederfläche um 22½° zur Würfelnormalen geneigt	18° (2 Systeme) 48° (2 „)	67½° (1 System) 22½° (1 „) 0° (1 „)	20
3	senkrecht zur Oktaederfläche	90° (1 System) 20° (3 „)	35° (3 Systeme)	33
4	in der Zone: Dodekaeder- zur Oktaederfläche um 18° zur Dodekaedernormalen geneigt	10° (2 Systeme) 37° (1 „) 73° (1 „)	42° (2 Systeme) 18° (1 „)	55
5	in der Zone: Würfel- zur Oktaederfläche um 25° zur Würfelfläche geneigt	10° (1 System) 30° (2 „) 60° (1 „)	65° (1 System) 18° (2 „)	50
6	senkrecht zur Würfelfläche	35¼° (4 Systeme)	0° (1 System) 90° (2 „)	10

die Kristallographie kennt) wohl einnehmen mögen, denn als bevorzugte Ebenen sind sie durch mancherlei Anzeichen zweifellos gekennzeichnet.

Nach diesen Darlegungen findet ein bevorzugtes Fließen in der Richtung der „kristallographischen Gleitebenen" überhaupt nicht oder in um so geringerem Maße statt, je günstiger diese Ebenen zur Richtung des Kraftangriffes liegen; umgekehrt tritt das Fließen in um so stärkerem Maße auf, je mehr sie sich aus dieser Lage entfernen. Man gelangt also notgedrungen zu dem Ergebnis, daß die „kristallographischen Gleitebenen" die Gleitung nicht begünstigen, sondern ganz im Gegenteil in stärkstem Maße hemmen; sie sind also nicht „Gleit"-, sondern ausgesprochene „Hemmungsebenen". Als Ebenen „größten mechanischen Schubwiderstandes" können sie auch an den Begrenzungsflächen der Kristalle sichtbar werden; mit dem Fließvorgang stehen sie aber in keinem Zusammenhang. Die Kennzeichnung der „Translationsebenen" als „Hemmungsebenen" vermittelt erst eine geordnete Behandlung der Vorgänge beim Fließen. Es erscheint daher empfehlenswert, im folgenden die beiden Arten der Ebenen besonders zu kennzeichnen, und zwar die vermeintlichen kristallographischen Gleitebenen als „Hemmungsebenen H", die fiktiven Gleitebenen als „Fließebenen F". Die Hemmungsebenen (H) stimmen mit den Spaltebenen, wie sie die Mineralogie kennt, wahrscheinlich überein; bei plastischen Kristallen wird ihre Ausbildung durch den Einfluß der Fließebenen (F) verhindert. Die Fähigkeit der Teilchenverschiebung ist in der Richtung der Hemmungsebenen (H) am geringsten, in der Richtung der Fließebenen (F) am größten. Die Verschiebbarkeit der Netzebenen (Raumgitterebenen) ist also am geringsten parallel den Oktaederflächen und am größten parallel den Würfelflächen.

Äußere Fließerscheinungen.

Beim Zerreißversuch erleiden sämtliche Proben je nach ihrer kristallographischen Orientierung eine geringere oder größere Längenänderung. Dabei können aber oft noch weitere Gestaltänderungen, besonders in bezug auf die Ausbildung der Querschnitte, beobachtet werden. Auf dieses Verhalten der Metalle ist schon wiederholt hingewiesen worden[3]). Auch dieses Verhalten ist für die Wirkungsweise der Fließebenen F charakteristisch. Bei der Prüfung der Kupferkristalle konnte folgende Gesetzmäßigkeit im Verhalten beobachtet werden: Sowohl normal als auch in einem gewissen Umkreis von Neigungswinkeln zu der Würfelfläche ist die Umgestaltung der Querschnitte von entsprechend orientierten Zerreißstäben nur geringfügig. Außer der Längenänderung bleibt die Proportionalität der Stäbe im wesentlichen ungeändert. Das gleiche Verhalten zeigen auch diejenigen Proben, welche eine Orientierung normal zur Oktaederfläche aufweisen.

Die normal und auch in einem gewissen Umkreis von Neigungswinkeln zur Dodekaederfläche entnommenen Proben zeigen dagegen nach dem Zerreißversuch die größten Verzerrungen; quadratische Querschnitte werden zu Rechtecken oder Rauten zusammengedrückt, runde Querschnitte elliptisch verzerrt (Verhältnis des kleinsten zum größten Durchmesser wie 1 : 2 und darüber). Probestäbe, deren Orientierung etwa dem Halbierungswinkel in der Zone: Würfelfläche zur Oktaederfläche entspricht,

[1]) Eine geschlossene Erklärung der Fließvorgänge ist mit Hilfe von Gleitebenen" nicht möglich; es müssen dann nämlich weitere Fließebenensysteme zu Hilfe genommen werden, die zu widersprechenden Ergebnissen führen.

[2]) Vereinzelte Angaben über Gleitflächensysteme senkrecht zu den Oktaederflächen beruhen zweifellos auf Täuschungen, die dadurch zu erklären sind, daß beim Kupfer zwei Gleitebenenpaare stets so zueinander stehen, daß sie nur um 20° von der senkrechten Lage abweichen.

[3]) Czochralski, „Stahl und Eisen" 1916 S. 864.

zeigen bei ursprünglich rechtwinkligem Querschnitt eine starke Zusammendrückung parallel zu einem Dodekaederflächenpaar (2 Fließebenensysteme (*F*) von 25°), daneben eine leichtere senkrecht zu dieser Richtung (1 Fließebenensystem (*F*) von 54°). Die beiden Proben in der Zone: Oktaederfläche zur Dodekaederfläche wurden ebenfalls parallel zu einem Dodekaederpaar stark zusammengedrückt (2 Fließebenensysteme (*F*) von 45°), wobei auch senkrecht hierzu mit zunehmender Neigung der Proben zur Dodekaedernormalen eine Querschnittverminderung auftrat (2 Fließebenensysteme (*F*) von 43°, 1 von 19°).

Die Beobachtungen beziehen sich auf die Teile der Proben von gleichförmiger Dehnung, also auf solche Deformationen, die sich über die ganze Länge des Zerreißstabes erstrecken. Im Fließkegel treten sämtliche beschriebenen Erscheinungen in viel stärkerm Maß auf, insbesondere kann das Verhältnis der kleinsten zu den größten Durchmessern der Querschnitte wesentlich ansteigen, und zwar häufig bis 1 : 20 und darüber. Im Fließkegelbereiche können alsdann weitere Querschnittverzerrungen beobachtet werden (vergl. Anm. 1 auf S. 535 l. Sp.).

Auch diese Feststellung beweist, daß sich das Fließen nicht in kristallographisch rationellen Ebenen vollzieht, sondern sich entsprechend den kräftemechanischen Bedingungen, wie sie im Gitteraufbau begründet sind, über diese Ebenen hinaus ausbreitet. Die kristallographisch rationellen Ebenen, Würfelebene, Dodekaederebene, Oktaederebene, etwaige Hemmungsebenen (*H*) einbegriffen, und die Fließebenen (*F*) können alle möglichen Winkel einschließen, wenn auch das Fließen in bestimmten Kristallbereichen bevorzugt stattfindet. Dies gelangt in den stetigen Erhebungen und Senkungen des Körpers, der die Dehnungszahlen veranschaulicht, deutlich zum Ausdruck.

Mit den Fließerscheinungen im Zusammenhang steht auch die Beobachtung, daß durch Einpressen einer gehärteten Stahlkugel in Stoffen bestimmter Beschaffenheit häufig unrunde Eindrücke[1]) entstehen. Besonders ist dies dann der Fall, wenn die Prüfung an Einkristallproben vorgenommen wird. Gelegentlich kann man nahezu viereckige Eindrücke erhalten[2]). Auch bei Kupferkristallen kann ähnliches beobachtet werden, wenn die Druckbeanspruchung senkrecht zur Würfelfläche erfolgt, vergl. Abb. 3. Die Kanten dieser Eindrücke verlaufen dabei parallel zu den Würfelkanten. Zur Erklärung der Erscheinung wurde angenommen, daß die Festigkeit in der Richtung der Ecken kleiner sei, als um 45° dazu geneigt. Gemäß der Geometrie des Festigkeitskörpers liegen aber beim Kupfer in der Richtung der Ecken Zonen erhöhter Festigkeit vor. Die Erscheinung ist also lediglich ein Folge davon, daß das Fließen infolge der größern Bildsamkeit trotz größerer Festigkeit in der Richtung der Ecken leichter von statten geht als in der um 45° hierzu geneigten. Auf andern Kristallflächen erhält man ebenfalls unrunde Eindrücke von bestimmter Gestaltung, und zwar senkrecht zur Oktaederfläche elliptisch verzerrte, senkrecht zur Dodekaederfläche dagegen fast kreisrunde Eindrücke und in allen übrigen Richtungen entsprechende Übergangsformen.

Z23/637

Abb. 3. Viereckig verzerrter Kugeleindruck auf der Würfelfläche eines Kupferkristalls.

Andre Forscher, die Metallkristalle nur in wenigen oder nur in einer Kristallrichtung untersuchten, haben dieses grundsätzlich verschiedene Verhalten nicht wahrnehmen können. Bei Zink-Einkristallen soll die Umgestaltung der Querschnitte beim Zugversuch auf Gleitungen längs der Hemmungsebenen (*H*) und deren gleichzeitige Drehung zurückzuführen sein[3]). Eine solche Gleitung und Drehung findet bei Kupfer- und Aluminium-Einkristallen nicht statt; vielmehr ist die Plastizität dieser Metalle entgegen den Voraussetzungen der kristallographischen Theorien in den einzelnen Kristallbereichen sehr verschieden. Auf die Geometrie des Raumgitters übertragen, scheint es den Versuchsergebnissen gemäß lediglich darauf anzukommen, ob der Kräfteangriff normal oder tangential zu einem Elementarwürfelkomplex erfolgt. Findet der Kraftangriff normal statt, so wird ein Fließen viel schwieriger eintreten als beim tangenialen Kraftangriff. Es scheint also ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Geometrie des Raumgitters und dem Fließvermögen zu bestehen. Man gelangt etwa zur folgenden Definition: Neben der Vektorialität ist die Richtung des Kraftangriffes zum Elementarwürfelkomplex entscheidend für die Ausbildung der Fließebenen *F* und für das physikalische Verhalten eines Kristalls beim Fließen.

Beschaffenheit der Kristallproben.

Über die Beschaffenheit der verwendeten Kristalle sei noch vermerkt, daß diese aus Gußbarren gewonnen wurden, bei denen sich die Erstarrung und Abkühlung sehr langsam vollzog. Das Kupfer war sehr rein, die Gesamtverunreinigungen < 0,01 v. Nach dem Ausschälen der Kristalle wurde ihre Orientierung m Hilfe verschiedner Ätzverfahren — wie Dendriten- und Krista figurenätzung — bestimmt; die Fehler der Lagenbestimmu dürften in keinem Falle 3 vH überstiegen haben.

Festigkeit und Verfestigung.

Einordnung.

Die bisherigen Betrachtungen erstreckten sich nur auf d Veränderungen der Eigenschaften bei überelastischen Bea spruchungen, wie sie beim Zerreißversuch auftreten. Wesen lich andre Verhältnisse ergeben sich bei Beanspruchungen andr Art. Diese Unterschiede sind so wesentlich, daß es zweckmäß erscheint, zwei Hauptarten der Deformationsvorgänge zu unte scheiden. Für eine solche Unterteilung gibt auch die einschlägi Literatur einige Anhaltspunkte.

Die eine Hauptgruppe der Deformationsvorgänge tritt haup sächlich im Arbeitsfeld der Materialprüfung auf, die andre i Tätigkeitsbereich der mechanischen Technologie. Rein äußerli unterscheiden sich die beiden Gruppen dadurch, daß die Form

Z23/635

Abb. 4. Verfestigungskörper eines Kupferkristalls.

ausbildung das eine Mal „freiwillig" vor sich geht, das andr Mal dem Werkstück gewissermaßen „aufgenötigt" wird. Ma versucht dies durch Beziehungen zum Ausdruck zu bringen wi „freier Zug" oder Beanspruchung in mehr oder weniger g schlossenen „Kalibern"; wobei man unter diesen Zug-, Biege Drehungsbeanspruchungen, unter jenen dagegen Beanspruchunge im Gesenk, Zieheisen und Walzwerk, aber auch in der Düse un unterm Hammer versteht.

Es dürfte von Wichtigkeit sein, zunächst einmal festzu stellen, daß die beiden Arten der Beanspruchung auf die Eige schaften von sehr verschiedenem Einfluß sind. Während b der ersten Art die Eigenschaften nur in gewissen eng bemessene Grenzen verändert werden, können sie bei jener weit über die Grenzen hinaus verändert werden, die Festigkeit über die son erreichbaren Beträge hinaus, die Dehnung unter die sonst gü tigen Mindestbeträge herunter. Das Gleiche gilt u. a. in bezu auf Härte und Elastizität. Eine Einteilung der Deformation arten in zwei Hauptgruppen, kenntlich durch die unterschie lichen Eigenschaften, erscheint daher wohl geboten. Im folgende soll im Gegensatz zu der eigentlichen „Festigkeit", wie sie i Zerreißversuch charakteristisch hervortritt, die dem Metall ge wissermaßen aufgenötigte erhöhte Festigkeit mit „Verfestigung (im Sinne von „fester machen") bezeichnet werden.

Verfestigungswirkung.

Es ist wichtig, die Wirkung der Verfestigung in Abhängig keit von der Kristallorientierung näher kennen zu lernen. Di Versuchsergebnisse sind in Zahlentafel 1, Spalten 5 bis zusammengefaßt.

Bei der Verfestigung der Stäbe, deren Orientierung de Kristallrichtung größter Festigkeit und mittlerer Dehnung ent sprach, konnte durch stärkstes Kaltrecken eine Erhöhung de Festigkeit von 35,0 auf 39,6 kg/mm² erreicht werden, die Dehnun wurde dagegen stärker beeinflußt, und zwar von 33 vH fast au den Wert Null vermindert. Bei allen andern Stäben, dere Orientierung den Kristallrichtungen geringerer Festigkeit ent sprach, konnte dagegen durch starkes Kaltrecken die Festigkei auf den bei allen Proben ziemlich nahe übereinstimmenden End wert von 34,0 bis 39,6 kg/mm² gesteigert werden. Je niedrige die Festigkeit der unbeanspruchten Kristallproben war, um s größere Verfestigungswirkungen konnten beim Kaltreckvorgan erreicht werden.

[1]) Martens-Heyn, Materialienkunde 1912 S. 408.
[2]) Goerens, Einführung in die Metallographie, 3. und 4. Aufl. 1922 S. 9.
[3]) Polanyi, Zeitschrift f. Physik 1922 Bd. 12 S. 58 u. f.

Dies geht anschaulich aus Abb. 4 hervor, die die Oberfläche wiedergibt, welche die Festigkeitszahlen der durch das ...tstrecken verfestigten Kristallproben miteinander verbindet. Die ...kungen auf den ursprünglichen Würfelflächen, gemäß Abb. 1, ...heinen nunmehr in gleich starkem Maße gewölbt; der Körper ... fast zu einer Kugel angeschwollen. Die ursprünglichen ...lekaederflächen werden durch kleine Senkungen eben noch an...eutet. Die äußerste Begrenzung der neuen Oberfläche geht ...as über die frühern Höchstwerte der Festigkeit hinaus.

Der Kristallkörper verhält sich nunmehr Zugbean...uchungen gegenüber schlechthin ähnlich einem isotropen Stoff; ...ie Festigkeit ist in allen Achsenrichtungen praktisch gleich, ...ie Dehnbarkeit für Zug in allen Achsenrichtungen erschöpft. ... Körper hat seine Kristallnatur fast vollständig eingebüßt, sein ...halten ist ähnlicher dem eines isotropen Körpers denn eines ...stalles.

...estigkeitseigenschaften unbeanspruchter Kristalle.

Der Gegensatz zwischen der eigentlichen Festigkeit, wie sie ...n Zerreißversuch charakteristisch hervortritt, und der künst...i gesteigerten Festigkeit, wie sie sich in den verfestigten Kri...lproben darbietet, geht auch aus diesen Versuchsergebnissen ...tlich hervor. Es entsteht aber nunmehr die Frage, inwieweit die ...n Zerreißversuch sich ergebenden Festigkeitswerte in der Kri...lnatur begründet bzw. inwieweit sie bereits auf ungewollte Ver...igungswirkungen zurückzuführen sind. Eine exakte Lösung ... Frage ist zurzeit nicht möglich, dagegen kann ein hinreichen... Einblick in die Verhältnisse auf dem Versuchswege gegeben ...den. Bekanntlich gibt die Größe des rekristallisierten Kornes ...s Metalles ein Maß für den Grad der stattgehabten Kalt...rbeitung; die Größe des Kornes und der Bearbeitungsgrad ...en in umgekehrten Verhältnissen zueinander[1]). Rekristalli...onsversuche an den Zerreißproben der Kupferkristalle ergaben ...endes Bild.

Alle Proben waren bei 750° nach einer Ausglühdauer von ... min bereits deutlich rekristallisiert. Während bei den Proben ...mal zur Dodekaederfläche und in der Zone: Dodekaederfläche ... Würfelfläche, um 18° geneigt hierzu, ein Korn von 0,20 und ... mm Dmr. festgestellt werden konnte, zeigte die normal zur ...rfelfläche entnommene Probe ein Korn von 0,40 mm Dmr. Alle ...igen Proben hatten ein Korn von 0,28 bis 0,32 mm Dmr. Mit ...nahme der normal zur Würfelfläche entnommenen Probe ...itete sich die Rekristallisation bei allen Proben über den ganzen ...rschnitt aus, also über alle gleichförmig gedehnten Teile der ...be. Bei dem normal zur Würfelfläche entnommenen Zerreiß...) konnte dagegen eine Gefügeveränderung nur in den Fließ...elzonen beobachtet werden. Bei Anwendung einer Rekri...lisationstemperatur von 1000° rekristallisierten auch die ...igen Teile des Querschnittes[2]).

Aus diesen Ergebnissen folgt, daß normal zur Würfelfläche ... geringsten, normal zur Dodekaederfläche und in der Zone: ...rfel- zur Dodekaederfläche um 18° geneigt dazu die größten ...festigungswirkungen aufgetreten waren. In allen andern Rich...gen traten dagegen nur mittlere Wirkungen auf. Die in ... 1 dargestellte Fläche der Festigkeitszahlen müßte demnach ...a so berichtigt werden, daß die Werte normal zur ...lekaederfläche und des angrenzenden Umkreises etwa den ...rten der Würfelfläche gleich zu setzen wären (rd. 15 kg/mm²): ... Werte normal zur Oktaederfläche und des angrenzenden Um...ises sind vielleicht um ein Drittel (rd. 24 kg/mm²) herabzu...en[3]). Der Körper zeigt in einzelnen Richtungen eine be...htliche Verminderung seiner Ausmaße, wenn auch im großen ... ganzen seine Grundform erhalten geblieben ist. Die sich so ...ebenden Festigkeitzahlen werden den wahren Kristalleigen...aften wohl am nächsten kommen.

Auch wenn die Festigkeitzahlen auf ihre ungefähren Grund...te herabgesetzt werden, ergeben sich im Hinblick auf die er...tenen Zahlenwerte in den verschiedenen Kristallrichtungen ...entliche Unterschiede. Nach allgemeinen Vorstellungen steht ...hl die Festigkeit mit der Dichte der Netzebenenbesetzung im ...en Zusammenhang. Die Dichte der Dodekaederfläche zur Wür...läche, zur Oktaederfläche des Kupfers verhält sich wie ...16 : 1 : 1,384 und in ungefährer Übereinstimmung hierzu die auf ...e Grundwerte herabgesetzte Festigkeit wie 15 : 15 : 24.

Festigkeitseigenschaften beanspruchter Metalle.

Viel schwieriger ist zu entscheiden, worauf die bei über...stischer Beanspruchung auftretende Erhöhung der Festigkeit zurückzuführen ist. Es ist u. a. versucht worden, die Verfestigung mit Kristalldrehungen in Beziehung zu bringen. Anderseits wird auch für die Erklärung der Verfestigung die geringere oder größere Homogenität des Kraftfeldes als wirksamer Umstand mit hinzugezogen[4]).

Die Anschauung, daß sich bei feinkörnigem Metall infolge der größeren Homogenität des Kraftfeldes auch größere Festigkeit ergeben soll, ist aber ohne eine schärfere Fassung schwer verständlich.

Wenn man Kristalldrehungen zur Erklärung der Vorgänge heranzieht und annimmt, daß sich die Kristalle beim Zugversuch in die Richtung des größten Widerstandes einstellen, so ist auch damit nichts gewonnen. Unter Zugrundelegung dieser Vorstellung müßte die Bruchbildung, gleichgültig bei welcher Kristallorientierung, stets bei konstanter Spannung vor sich gehen. Dem stehen aber die Ergebnisse der Zerreißversuche an den unverfestigten Kristallproben entgegen (Zahlentafel 1, Spalten 1 bis 3).

Es könnten nun Zweifel darüber bestehen, ob der Grad der Deformation bei dieser Versuchsreihe für die völlige Umlenkung der Kristalle ausreichend war. Die an den hochbeanspruchten Kristallproben gewonnenen Versuchsergebnisse (Zahlentafel 1, Spalten 5 bis 8), scheinen dem zunächst auch nicht zu widersprechen; träfe das aber in Wirklichkeit zu, so müßten an den Einkristallproben alle ursprünglichen Eigenschaften, wie sie der unbeanspruchte Kristallkörper in den verschiedenen Achsenrichtungen darbietet, wieder auffindbar sein. Das wird jedoch durch den Versuch nicht bestätigt.

Abb. 5. Abhängigkeit der Verfestigung von der Walzrichtung.

Die Ergebnisse der an einem Kupferkristall angestellten Versuche sind in Abb. 5 wiedergegeben. Bei einer Dickenabnahme der Kristallplatte von 90 vH ist die Festigkeit des parallel zu einer Würfelkante ausgewalzten Kristallstreifens in allen Achsenrichtungen auf die Endwerte von 36 bis 41 kg/mm² angestiegen, die Dehnung dagegen auf rd. 2 vH gefallen. Im unverfestigten Zustand betrug die Festigkeit in der Lage parallel und quer zur Walzrichtung bei beiden Proben 14,6 kg/mm² bei einer Dehnung von 10 vH. Demnach ist eine durchgreifende Veränderung der Eigenschaften in allen Walzrichtungen der Proben eingetreten. Würde der Kristall eine Umlenkung in der angegebenen Weise erfahren, so müßte auch bei einer beliebigen Lage der beiden andern Achsen ein Bild erhalten werden, das sich bei Walzrichtungen von 90° und 30° durch Minima auszeichnen müßte und das in einem Umriß, wie sich kristallgeometrisch leicht ableiten läßt, über die gestrichelte Kurve nicht hinausgehen dürfte. Wie aus der Abbildung zu ersehen, geht dieser Kurvenzug an allen Stellen weit über die ursprünglichen Grenzen hinaus. [1760] (Schluß folgt.)

[1]) Czochralski, Internat. Zeitschr. f. Metallographie 1916 S. 1 u. ff.

[2]) Bei ähnlich beanspruchten Einkristallen des Zinkes soll die Re...tallisation ausgeblieben sein (Polanyi, Z. f. Physik 1922 S. 58 u. ff.). ... Dauerrekristallisation bei hohen Temperaturen dürfte aber zweifellos ... hier zum Erfolg führen.

[3]) Vergl. hierzu das Rekristallisations-Diagramm des Kupfers von ...sow und Velde, Z. f. Metallk. 1920 S. 369.

[4]) Tammann a. a. O. S. 73.

Das Schleifen und Polieren von Spiegelglas.

Von Dipl.-Ing. Adolf Schild, Mannheim-Waldhof.

Der Grundsatz des Schleifens; die Schleifvorrichtungen für gegossenes und geblasenes Spiegelglas; Poliervorrichtungen, ihr Aufbau und ihre Wirkungsweise.

Unter Spiegelglas versteht man praktisch farbloses Tafelglas, dessen beiderseitige Flächen ein glänzend poliertes Aussehen bei möglichst großer Planparallelität aufweisen und in der Durchsicht ein von Verzeichnungen freies Bild ergeben. Glas, das diese Bedingungen nicht erfüllt, wird im engern Sinn als Fensterglas bezeichnet.

Da wir bis heute noch kein Verfahren kennen, um feuerpolierte Gläser gleichzeitig genügend planparallel herzustellen, so müssen die gegossenen oder geblasenen Rohgläser durch mechanisches Bearbeiten, d. h. durch Schleifen und Polieren, nachträglich veredelt werden.

Abb. 1. Mit Grobsand vorgeschliffenes Glas, $v = 100$.

Die Entwicklung der Schleif- und Poliertechnik für gegossenes und geblasenes Spiegelglas hat sich in sehr ungleicher Weise vollzogen. Im Hauptindustriegebiet für geblasenes Spiegelglas, in Bayern und Böhmen, finden sich heute noch vorwiegend kleine, an Flußläufen zerstreut liegende Schleif- und Polierwerke in bedeutender Anzahl, die noch zum größten Teil in einfachster Weise eingerichtet sind. Man zeigte wenig Neigung und Verständnis für den Ausbau und die Verbesserung der Arbeitsverfahren, weshalb die Entwicklung gerade dieses Industriezweiges weit hinter derjenigen der Gußglasindustrie zurückgeblieben ist.

Der Grundsatz des Schleifens.

Das Schleifen großer Glasflächen läßt sich mit den gebräuchlichen Flächenschleifverfahren der Metallindustrie insofern vergleichen, als in beiden Fällen planparallele Flächen von größter Genauigkeit hergestellt werden sollen. Das Bild einer geschliffenen Fläche setzt sich aus mehr oder weniger dicht nebeneinander liegenden und sich kreuzenden Schnittfurchen zusammen.

Abb. 2. Glas, dessen Elastizität eben überschritten ist, $v = 40$.

Während beim Metallschleifen der Härtegrad des Schneidwerkzeuges größer ist als der des zu bearbeitenden Körpers, trifft dies für Glas nur bei den ihrer Kostspieligkeit halber selten verwandten Schleifmitteln, wie Schmirgel, Diamant und ähnlichen Stoffen zu. Die geringere Härte der allgemein gebrauchten Flußsandsorten kann beim Glas im allgemeinen nur durch besondere Arbeitsweise mit entsprechend höherem Schneiddruck ersetzt werden. Die Sprödigkeit des Glases bedingt, daß ein Schn[illegible] solchem, im Gegensatz zu einem Schnitt in einer Metallfl[illegible] der nahezu scharfe Kanten aufweist, sich als eine in gew[illegible] Richtung verlaufende Kette gequetschter und herausgespre[illegible] Glasteilchen darstellt. Bei Verwendung besonders sc[illegible] kantiger Karborundum-, Korund- oder Diamantkristalle l[illegible] sich, wenn der Schneiddruck gerade so groß gewählt wird, [illegible] die Elastizitätsgrenze des Glases eben überschritten wird, sc[illegible] kantige Schnitte erreichen.

Abb. 3. Mit Grobsand vorgeschliffenes Glas, $v = 40$.

Aus angestellten Versuchen läßt sich schließen, daß die T[illegible] und Breite eines Schnittes bei gleichem Schneiddruck, glei[illegible] Schnittgeschwindigkeit und gleichen Glaseigenschaften nur [illegible] der Härte und dem Schneidewinkel des betreffenden Kornes [illegible] hängig sind. Je geringer dessen Härte, um so größer muß [illegible] aufgewandte Druck sein, um die gleiche oder überhaupt [illegible] Schneidwirkung zu erzielen.

Eine unendliche Anzahl solcher übereinander gelag[illegible] Schnitte lassen den Eindruck bestimmter Schnittrichtungen [illegible] schwinden und stellen sich als das dar, was man eine geschlif[illegible] Fläche nennt, d. h. eine bei oberflächlicher Betrachtung sc[illegible] bar ebene Fläche, die jedoch aus mehr oder weniger regelmäß[illegible] und tiefen Löchern zusammengesetzt ist. Eine besondere Ei[illegible]tümlichkeit des Glases ist, daß sich infolge der Sprödigkeit k[illegible] Eindrücke bilden, deren Ausmaße mit der Größe der Sch[illegible] körnchen in Beziehung gebracht werden können. Vielmehr zei[illegible] sich meist muschelartig aussehende Sprungflächen, Abb. 1, [illegible] von einem deutlich erkennbaren Druckmittelpunkt ausgehen [illegible] je nach dem Schneiddruck und Winkel sehr verschieden g[illegible] sein können.

Abb. 4. Mit 1. Feinsand behandeltes Glas, $v = 40$.

Wie schon angedeutet, verwendet man als hauptsächlichstes eifmittel für Spiegelglas fast ausnahmslos quarzreichen Fluß- von einer Korngröße bis höchstens etwa 0,8 mm. Der beim schleifen verarbeitete Sand wird auf nassem Wege in ver- edene Feinheitsgrade sortiert und zu dem nun folgenden Fein-

Abb. 5. Mit 2. Feinsand behandeltes Glas, $v = 40$.

eifen weiter verwandt. Als letzte feinste Stufe benutzt man natür- en oder künstlichen Schmirgelstaub, bei der Feinheit dieser Stufen ein irferes Angreifen auf dem Glase eine Verkürzung der Arbeitsdauer erreichen.

Abb. 2 zeigt ein Glas, dessen stizitätsgrenze eben überschritten de. Als Druckkörper diente Spiegel- in; eine Verletzung der Oberfläche ch losgesprengte Glasteilchen ist it erfolgt, da die muschelartig ge- nten Sprünge im Innern des Glases aufen.

Abb. 3 bis 7 lassen die Veränderung Glasoberfläche während des leifens erkennen. Der strichartige tzer auf Abb. 5 ist durch zu grobe harte Körnchen oder Schlacken- schlüsse in den Schleifeisen oder gl. verursacht worden. Solchen leiffehlern muß durch peinlichste gfalt bei der Arbeit vorgebeugt den, da die nachfolgenden, feinen d- und Schmirgelsorten selten mehr der Lage sind, sie wieder zu beseitigen. Gläser, die mit solchen lern behaftet sind, müssen, um verkaufsfähig zu werden, ein ites Mal auf entsprechend geringere Dicke nachgeschliffen den.

Abb. 6. Mit 2. Schlamm behandeltes Glas, $v = 40$.

Mikroskopisch kleine Vertiefungen in einem fertig ge- liffenen und polierten Glase, die durch Unregelmäßigkeiten der Schleifmittelabstufung oder Verteilung oder auch durch ngelhafte Politur entstehen können, treten besonders dadurch ngenehm in Erscheinung, daß die Kanten solcher Löcher n Polieren abgerundet werden und durch die Reflexwirkung spiegelnden Ränder das fertige Glas durch ein unschönes rauhes Aussehen entwerten.

Deshalb mußte man bei der Konstruktion der Spiegelglas- leifer und der Entwicklung der Arbeitsverfahren gerade auf e vollkommen gleichmäßige Oberflächenstruktur den größten rt legen, um gute und leicht polierfähige Gläser herstellen können.

Aufbau und Wirkungsweise der Schleifvorrichtungen.

Aus dieser Erkenntnis heraus bauten erstmalig im Jahre 2 J. Edward Earnshaw & Co., Nürnberg, für die Bearbeitung geblasenem Spiegelglas eine Vorrichtung nach dem Grund- z des Rundschleifverfahrens an Stelle der bis dahin fast aus- ließlich gebräuchlichen Zugschleifstände. Diese Bauart hat in verbesserter und stetig erweiterter Form bis heute als erfolgreichste behauptet und besonders in der Glasindustrie, der das Rundschleifverfahren schon früher bekannt war, e hohe Stufe der Vollkommenheit erreicht.

Den schematischen Aufbau einer neuzeitlichen Schleifvor- tung für gegossenes Spiegelglas veranschaulicht Abb. 8. Der eiserne runde Tisch a von 10 m Dmr. und 78,5 m² Gesamt- rfläche bei einem Gewicht von rd. 38 t ist auswechselbar l kann mittels fest angeordneter Räder auf Gleisen verfahren werden. Wie erwähnt, sind die Tische auswechselbar (siehe auch Abb. 9 und 12). Auf diese Weise können die Tische „außerhalb" der Schleifmaschine aufgelegt werden, während die Maschine einen eingefahrenen Tisch bearbeitet. Hierdurch wer- den Stillstände, die durch das Auflegen hervorgerufen würden, vermieden. Zur Befestigung der Gläser auf dem Tisch, die außer- halb des Apparates und je nach ihrer Größe in beliebiger An- zahl aufgelegt werden können, dient eine dünne Gipsschicht, durch die ein gleichmäßiges Aufliegen und festes Anhaften ge- währleistet wird, Abb. 9.

Mittels der samt ihrem Spurlager b in senkrechter Richtung durch Druckwasser verschiebbaren Königswelle c und des Trag- sternes d wird der Tisch für den Betrieb von dem Gleis ab- gehoben. Der Motor e mit senkrecht angeordneter Welle und einer Leistung von rd. 500 PS treibt vermittels einer Stirnrad- übertragung die Tischwelle mit 25 Uml./min an. Dem entspricht eine Umfangsgeschwindigkeit von 13,1 m/s am Tischrand, die durch die Größe der im Glas auftretenden Fliehkräfte und die Festigkeit des Gipses begrenzt ist.

Zum Schleifen dienen schmale gußeiserne Schienen, die auf der Bodenfläche der beiden Rundläufe f durch Schrauben auswechselbar befestigt werden. Sie werden zwangläufig durch Zahnräder oder frei durch Reibungsübertragung zwischen dem Glas und den Schleifeisen angetrieben. Letztere Ausführungs- form hat insofern gewisse Nachteile, als beim Anfahren infolge der Unebenheit der Rohglasoberfläche den Rundläufen erst durch künstliches Nachhelfen der richtige Drehsinn erteilt werden muß. Zwei doppelarmige, nach Art eines Wagebalkens auf Schneiden gelagerte Hebel g und g', an deren kurzen Armen die Rundläufe in Spurlagern aufgehängt sind, ermöglichen durch Ausgleich- gewichte h und h', den Schleifdruck in beliebiger Weise zu regeln. Die zu- lässige Höhe des spezifischen Schleif- druckes hängt allein von der durch den Härtegrad beeinflußten Sprödigkeit der Gläser ab und muß unter sorgfältiger Berücksichtigung der durch die Ab- nutzung der Schleifeisen verursachten Druckverminderung laufend überwacht werden. Der mit Wasser reichlich vermischte Schleifsand wird dem Tisch zwischen den Rundläufen durch eine Verteilvorrichtung in zahlreichen Strahlen zugeführt, durch die Schleif- eisen weiter verteilt und verarbeitet.

Das erstmalig verarbeitete und unter der Schleuderwirkung vom Tisch ab- fließende Wasser- und Sandgemisch wird durch die ringförmig um den Apparat verlaufende Rinne i in eine Sammelgrube geleitet, um von hier mittels Druckluft- oder Kreiselpumpen der Sand- klassierungsanlage zur Sortierung nach verschiedenen Feinheitsgraden zuge- führt zu werden. Die Schleifkurven ver- laufen in gesetzmäßiger Weise, sich stetig kreuzend und überlagernd, so daß durch Vermeidung gleichge- richteter Schnittfurchen die Oberfläche des geschliffenen Glases, frei von jeder Strichwirkung, ein gleichmäßig aussehendes Gefüge erhält.

Abb. 7. Glasoberfläche fertig geschliffen, in diesem Zustande gelangen die Gläser in die Poliervorrichtung, $v = 40$.

Abb. 10 und 11 stellen den Bewegungsverlauf und die be- strichene Fläche je eines radial angeordneten Schleifeisens $a\,b$ und $a'\,b'$ bei einer und mehreren Umdrehungen des Tisches dar.

Abb. 8. Schleifvorrichtung für gegossenes Spiegelglas. Tischdurchmesser 10,0 m, Tischfläche 78,5 qm.

Abb. 10. Bewegungsvorgang zweier Schleifeisen auf dem Tisch bei einer Umdrehung des Tisches.

Man erkennt eine kreisförmige Zone von Wendepunkten, die in der Zeiteinheit weniger stark bearbeitet wird und infolgedessen die Schleifdauer ungünstig beeinflußt. Gerade bei Betrieben, die durch ihre Sandverhältnisse gezwungen sind, eine größere Anzahl von Sandabstufungen in Abständen von nur wenigen Minuten aufeinanderfolgen zu lassen, ist es besonders wichtig, die Schleifeisen so anzuordnen, daß das Schleifmaterial nicht nur leicht darunter gelangt und sich gleichmäßig verteilt, sondern auch beim Sandwechsel möglichst rasch vom Tisch wieder verschwindet. Andernfalls ist es leicht möglich, daß noch rückständige, gröbere Körnchen Eindrücke hinterlassen, die sich später nicht mehr herausarbeiten und eine mangelhafte Politur der betreffenden Stellen zur Folge haben.

Zu Beginn des Arbeitsganges wird der Tisch bei angehobenen Rundläufen in Drehung versetzt, worauf die letzteren vorsichtig und langsam abgelassen werden, bis die gröbsten Erhebungen der Gläser abgeschliffen sind, da bei plötzlicher Belastung durch örtliche, übermäßige Druckbeanspruchung die Gläser brechen würden. Einen Blick auf eine Schleifvorrichtung von 10 m Tisch-Dmr. einer Gußglashütte zeigt Abb. 12. Die links befindliche Schleifvorrichtung ist in Betriebsstellung mit eingefahrenem Tisch, die rechts ohne Tisch während des Tischwechsels wiedergegeben. Der aus letzterem ausgefahrene Tisch befindet sich auf der im Vordergrunde erkennbaren Schiebebühne, desgl. links ein zum Schleifen bestimmter Tisch kurz vor dem Einfahren. Zum Antrieb dieser Maschinen dient ein im Keller untergebrachter Motor mit stehender Welle, entsprechend Abb. 8. Die Größe der Schleifdauer schwankt je nach den vorhandenen Einrichtungen und der Betriebsführung in weiten Grenzen. Von maßgebendem Einfluß sind nicht nur der Schleifdruck und die Beschaffenheit der Gläser hinsichtlich ihrer Härte, sondern in weit höherem Maße die Güte und sorgfältige Abstufung der verwandten Schleifmittel, deren sachgemäße Herstellung und Verwendung reiche Erfahrungen und zuverlässige Bedienung der Apparate voraussetzten. Bei einer Rohglasdicke von 11 bis 13 mm und etwa 7 mm des fertig polierten Glases müssen zur Entfernung der rauhen Walzhaut rd. 2 bis 3 mm auf jeder Seite abgeschliffen werden.

Die handelsübliche Größe fertig geschliffener und polierter Gläser überschreitet selten einen Flächeninhalt von rd. 20 m², obwohl die Herstellung größerer Abmessungen mit diesen Maschinen ohne erhöhte Bruchgefahr oder sonstige Schwierigkeiten möglich wäre.

Wie Abb. 13 erkennen läßt, ist der Kraftbedarf während der einzelnen Abschnitte des Schleifvorganges bedeutenden Schwankungen unterworfen und in hohem Maße von der Beschaffenheit, der Menge und dem Verdünnungsgrad des aufgebrachten Schleifmittels abhängig. Unsachgemäße Bedienung führt leicht zu nach-

Abb. 9. Das Auflegen großer Gläser mittels Saugkranes.

Abb. 11. Bewegungsvorgang zweier Schleifeisen auf dem Tisch bei 3 Umdrehungen des Tisches.

t igen Spitzenbelastungen und] riebsstörungen durch Auss alten der Sicherungen, was erh liche Zeitverluste durch erford liches Abheben der Rundläufe u erneutes Anfahren zur Folge h . Es ist zweckmäßig, bei Drehs omantrieben dem nachteiligen E fluß gleichzeitig zusammenfal-l der Spitzen der einzelnen Appar auf das Netz durch Zwischens alten von Phasenkompensator oder Verwendung von Asyn-c onmotoren mit Synchroncha-r teristik wirksam zu begegnen.

Verschiedene Werke mit klein en Schleifvorrichtungen haben n h vielfach Dampfantrieb, und z ar in der Form des Gruppen-a riebes von einer gemeinsamen T insmission aus mit Seiltrieb u Reibungskupplungen, ferner i der Form des Riemenantriebes o r auch des Einzelantriebes mit u nittelbar gekuppelten Dampfn schinen. Man ist jedoch neue ings bestrebt, die noch bes henden Dampfantriebe ebenf s durch elektrische zu ersetzen, b onders an Orten, wo es wirts aftlicher ist, bei ununterbroc nem Tag- und Nachtbetrieb den k aftstrom unter günstigen Bed gungen von einem Großkraftw k zu beziehen.

In ähnlicher Weise sind die M schinen für $^3/_4$ weißes ge-g ssenes Spiegelglas aufgebaut, die von J. Edward Earnshaw & Co. u von E. Offenbacher, Marktredwitz, hergestellt werden, A . 14. Sie sind wesentlich kleiner und einfacher gehalten, in A passung an die örtlich verfügbaren und meist unregelmäßigen W sserkräfte. Dampf- und elektrische Antriebe sind in diesem I ustriezweig nur bei 3 Werken, die unmittelbar bei der Hütte l en, angewendet worden. Die gebräuchlichsten Maschinen h en einen Tischdurchmesser von 3,5 bis 4 m, vereinzelt bis 5 m, während nur ein Werk eine Maschine von 7 m Tisch-D r. im Betrieb hat, die belgischer Herkunft ist. Ein unmittelb es Bedürfnis für größere Maschinen lag auch deshalb nicht v , weil größere Gläser als rd. von $1{,}6 \times 0{,}52$ m² Fertigmaß nach d Blasverfahren kaum hergestellt werden. Anstelle der Schleifs n werden bei diesen Maschinen bis zu 6 m Dmr. mit Glas b gte Obersteine aus belgischem Granit verwandt, die an Holzr men befestigt sind und durch Verbindungsstege und Mitnehm von senkrechten Wellen in Umdrehung versetzt werden, A . 13. Die Steine werden durch Zusatzgewichte beschwert und w rend des Schleifvorganges gewechselt, da sich die Gläser der O rsteine infolge der längeren Berührungsdauer mit dem Tisch r cher abschleifen, als die auf dem Tische aufgegipsten. Die H uptangaben einer Maschine von 3,55 m Dmr. sind aus nachf genden Übersicht zu ersehen:

Abb. 13. Kraftverbrauch einer Schleifvorrichtung für gegossenes Spiegelglas von 10 m Tisch-Dmr. 500 PS-Drehstrommotor mit stehender Welle.

Abb. 12. Schleifmaschine für 10 m Tischdurchmesser.

Tisch-Dmr.	m	3,55
Umdrehungen des Tisches	Uml./min	19 bis 38
(die Umlaufzahl wird während des Schleifens gesteigert)		
Umfangsgeschwindigkeit am Tischrand höchstens	m/s	7,1
Umdrehungen der Obersteine	Uml./min	11,1 bis 22,2
Abmessungen der großen Steine	mm	$1660 \times 1660 \times 22$
„ „ kleinen „	„	$1500 \times 1500 \times 22$
gesamter Schleifdruck (einschließlich der Zusatzgewichte)	kg/dm²	1,46 bezw. 1,5
aufgelegte Glasmenge (Fläche) (1 Tisch und 4 auswechselbare Obersteine)	m²	15,5 bis 17,3
Schleifdauer eines Satzes für 2 Seiten	h	12 bis 14
Kraftbedarf	im Mittel PS	6
	höchstens PS	10

Die Oberfläche des geblasenen Spiegelrohglases hat Feuerpolitur, sodaß infolge der größeren Glätte ein Abschleifen von 1 bis 1½ mm im Mittel als ausreichend angenommen werden kann.

Die Poliervorrichtung.

Zur Fertigbearbeitung müssen die in der beschriebenen Weise geschliffenen Gläser einem Polierverfahren unterworfen werden, durch das die mikroskopisch kleinen Vertiefungen der noch matten Schliffläche, Abb. 7, geglättet werden. Als Poliermittel wird fast allgemein feingeschlämmtes Eisenoxyd, sogenanntes Polierrot, mit Wasser verdünnt, verwandt, als dessen Träger Filz-

Abb. 14. Schleifvorrichtung für $^3/_4$ weißes Spiegelglas.

Abb. 15 und 16. Poliermaschine für gegossenes Spiegelglas. Antrieb durch Riemenübertragung, Tischdurchmesser 8,25 m.

scheiben von rd. 25 mm Dicke, die auf gußeisernen Scheiben mit Spannringen befestigt werden, dienen.

Von besonderer Bedeutung für die Güte der Politur sind eine gleichmäßige Verteilung des Poliermittels unter die einzelnen Blöcke, ferner der Verdünnungsgrad und die während der einzelnen Abschnitte des Poliervorganges zugeführten Mengen. Zu naß bearbeitete Gläser werden mangelhaft poliert und behalten ein poriges Aussehen, zu trockenes Polieren erzeugt hohe Reibungswärme, die bläuliche Streifen auf dem Glase hervorruft, la die Oberfläche verbrennt.

Nachdem der aus der Schleifvorrichtung kommende Tisch auf grobe Schleiffehler untersucht ist, werden die schadhaften Gasfugen zwischen den Gläsern ausgebessert und der Tisch mittels besonderer Schiebebühnen in die Poliervorrichtung gebracht. Der Aufbau solcher Vorrichtungen für gegossenes Glas ist ähnlich dem der beschriebenen Schleifmaschinen. Je nach der Größe des Tischdurchmessers werden sie mit einer mehr oder weniger großen

Abb. 18. Kraftverbrauch einer Poliervorrichtung für gegossenes Spiegelglas. Antrieb durch Drehstrommotor mit stehender Welle von 250 PS.

Zahl von Polierblöcken ausgestattet. Die gebräuchlichen Größen der Blöcke schwanken zwischen 550 und 900 mm, die Anzahl in einer Maschine beträgt bis zu 100 und mehr. Die Anordnung und der Antrieb der Blöcke sind verschieden. Daher soll nur auf einige Ausführungen näher eingegangen werden.

In Abb. 15 und 16 sind die Blöcke an einem aus Formeisen hergestellten Rahmen a in sich drehbar angebracht, der, auf 6 Kurbeln b gelagert, mittels Kegelrades und Riemenantriebs in eine schwingende Bewegung versetzt wird. Im Gegensatz zu den Schleifvorrichtungen ist bei dieser Ausführungsform ein besonderer Antrieb des Tisches nicht erforderlich, dieser wird vielmehr durch Reibungsübertragung zwischen dem Filz und dem Glas in Drehung versetzt. Bei andern Konstruktionen werden als Träger der Blöcke ein oder mehrere Rundläufe, wie bei den Schleifmaschinen, verwandt, im ersteren Falle von gleichem Durchmesser wie der des Tisches, wobei jedoch die Wellenmitten des Tisches und des Rundlaufes gegeneinander versetzt sind. Für den Antrieb des Tisches in Abb. 17 hat man z. B. nach meinem Vorschlag einen Globoidschnecken-Antrieb gewählt, um anstelle der langsam laufenden, kostspieligen Elektromotoren mit stehender Welle gewöhnliche Motoren mit normaler Umlaufzahl und besserem elektrischem Wirkungsgrad verwenden zu können. Anstelle der verschiebbaren Königswelle, die stets die Verwendung von Stirnrädern mit geraden Zahnflanken bedingt, wird das Auf- und Absetzen des Tisches

Abb. 17. Polierapparat für gegossenes Spiegelglas. Antrieb durch Globoidschnecke. Elektromotor: n = 600 i. d. Min.

Abb. 19. Poliermaschine mit umlaufenden Blöcken für geblasenes Spiegelglas.

…f den Tragstern der Welle durch Heben und Senken der auf …Hubkolben *a* gelagerten Gleise *b* innerhalb der Maschine er…cht.

Im Gegensatz zu Abb. 15 und 16 wird bei dieser Anordnung …t umlaufendem Oberteil nur der Tisch angetrieben, während die …e im Rundlauf *c* hängenden Polierblöcke *d* durch Reibungs…ertragung den gesamten Oberteil in Drehung versetzen und auf …n Glase schleifenförmige Polierkurven beschreiben, die sich …ichmäßig überlagern.

Beim Anfahren der Maschine wird der zunächst noch hoch…zogene Oberteil mittels einer unmittelbar oder durch Hebelüber…agung angreifenden Druckwasser-Hebevorrichtung, Abb. 16, …gsam gesenkt, während den Filzen durch ein mitumlaufendes …hrverteilnetz Wasser zum Lösen noch anhaftender und verhär…er Polierrotrückstände zugeführt wird. Da die Reibung zwischen …m Filz und dem Glas zu Beginn sehr gering ist, setzt sich der …erteil nur langsam in Bewegung und erhält erst allmählich mit …rringertem Wasserzulauf bei zunehmender Trocknung der Filze …ne volle Umlaufzahl, die im Mittel um ½ bis 2 Uml./min hinter …r des Tisches zurückbleibt.

Im Gegensatz zu den Schleifapparaten ist der Kraftbedarf …r Polierapparate gleichbleibend und beträgt rd. 250 bis 260 PS …i 25 Uml./min an der Tischwelle und 10,0 m Tisch-Dmr., …b. 18. Die Polierzeit hängt hauptsächlich von den Geschwin…keitsverhältnissen der Apparate, dem Druck der Filze und …r Art der Speisung ab. Von nicht zu unterschätzendem Ein…ß auf die Güte der Politur ist die herrschende Raumtempe…ur und Feuchtigkeit, für deren Gleichhaltung vielfach be…ndere Vorkehrungen getroffen werden.

Wiederholte Bemühungen, auch bei den Werken für ¾ weißes Spiegelglas Rundlaufmaschinen mit kleinem Tischdurchmesser einzuführen, hatten wenig Erfolg und konnten die alten, einfachen Poliertische nicht verdrängen. Für diese kleinen Betriebe mit geringen, wechselnden Wasserkräften bietet der in der Hauptsache aus Holz hergestellte Poliertisch den Vorteil der Billigkeit und geringen Wartung. Die Arbeitsweise dieser Tische, die nur einige kleine Gläser aufnehmen können, beruht darauf, daß auf jedem Glas ein es in seiner vollen Breite überdeckender Polierblock langsam hin und her geschoben wird. Es muß anerkannt werden, daß trotz dieser für heutige Verhältnisse unglaublich einfachen Vorrichtungen wenn auch mit sehr großem Zeitaufwand eine kaum zu übertreffende Politur erreicht wird, weshalb sie unter günstigen Betriebsbedingungen immer noch mit Vorteil verwandt werden. Eine sehr verbesserte Ausführungsform, wie sie seit einiger Zeit von Emil Offenbacher, Marktredwitz, gebaut wird, zeigt Abb. 19.

Die in vorbeschriebener Weise beiderseits bearbeiteten Gläser werden in besonderen Räumen von noch anhaftenden Gips- und Polierrotrückständen gereinigt, hierauf einer sorgfältigen Prüfung auf vorhandene Schleif- und Materialfehler unterzogen. Geringfügige Schleif- und Polierfehler werden auf Nachpoliermaschinen ausgebessert; solche mit gröberen Schleiffehlern, wie Kratzer und grobgebliebene Stellen, müssen erneut aufgelegt und auf geringere Dicke nachgeschliffen und poliert werden.

Von großer Wichtigkeit bei der Herstellung großer Gläser sind kurze Transportwege und leicht zu handhabende Transporteinrichtungen, die einen schnellen und bruchsicheren Transport zwischen den einzelnen Arbeitsstellen gewährleisten. [1695]

Entwicklung der Glastechnik in Nordamerika.

Im „Journal of Industrial and Engineering Chemistry“ 1922 Heft 9 …tattet G. W. Morey einen eingehenden Bericht über die Entwick…g der Glasindustrie in Nordamerika. Die Förderung der amerika…chen Glasindustrie ist vorwiegend technischen Arbeiten zuzuschreiben. …er auch der Anteil der Chemie und Physik ist größer, als gewöhnlich …genommen wird. Die Beiträge auf chemischem Gebiet sind ver…zelt, zusammenhanglos und stehen bedauerlicherweise im Banne der …gemeinen Geheimniskrämerei, teilweise auf Grund alter Überlieferung, …lweise infolge der Furcht vor gesetzlichen Schwierigkeiten. Die …nzen Bestrebungen befinden sich in einem Übergangzustand, und es …d Anzeichen vorhanden, daß der Chemiker künftig im Zusammen…ken mit dem Physiker und dem Ingenieur das bisherige Bild der …astechnik umwandeln wird.

Die regste Tätigkeit hat sich im Bezirk Pittsburg entwickelt, wo …va 62 Hütten bei einem angelegten Kapital von 250 Mill. $ rd. …000 Arbeiter beschäftigen, die jährlich insgesamt 20 Mill. $ an Löhnen …iehen. Hergestellt werden: Fensterglas, Plattenglas, Beleuchtungs…ren und verschiedene andere Glaserzeugnisse.

Über eigene chemische Untersuchungsanstalten …rfügen u. a. folgende Fabriken: Die Pittsburgh Plate Glass Co., …ren Erzeugnisse poliertes Plattenglas, Fensterglas, optisches, …warzes und weißes Marmorglas und Schmelzgefäße umfassen, haben … eigenes Versuchslaboratorium in Creighton, Pa. Die Hazel-Atlas …ss Co., Wheeling, W. Va., hat Versuchslaboratorien in Washington, …, und Clarksburg, W. Va., wo Arbeiten über Verbesserungen der …emischen und physikalischen Eigenschaften des Glases ausgeführt …rden. Rohstoffe werden nur nach Muster gekauft, die Überwachung …s Herstellungsvorganges ist völlig in Händen von Technikern. Die …boratorien sind mit Geräten für physikalisch-chemische Untersuchungen …s Glases und die Überwachung des Schmelzvorganges ausgerüstet.

Die Glaswerke von H. C. Fry und die Beaver Valley Glass Co., …chester, Pa., betreiben sogar in ihren Laboratorien einen kleinen …rsuchsofen, dessen Untersuchungen nur auf die gewerbliche Ver…ndung des Glases gerichtet sind. Als die größte Leistung dieses …boratoriums ist die Herstellung eines durchsichtigen Verschlußglases … Backöfen und andre Zwecke bekannt geworden, für die wärme…derstandfähiges Glas nötig ist.

An der Universität von Illinois und dem Bureau of Standards …rden mit großen Geldunterstützungen der Industrie eingehende Unter…chungen der Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung …d den physikalischen Eigenschaften durchgeführt. Die ermittelten …ysikalischen Werte sind diejenigen, welche für jeden Glasfachmann …chtig sind, wie: Brechungszahl, Dispersion, Schmelzbarkeit, Spannung, …sdehnung, Festigkeit, Sprödigkeit, Widerstand gegen Verwitterung …d Einwirkung verschiedener Reagentien.

Rein technische Entwicklungen gingen neben diesen …rtschritten in den letzten Jahren einher. Eine große Anzahl von …erken haben unter Heranziehung von Sachverständigen aus dem …schinenbau erfolgreiche Verfahren zur Herstellung des Ziehens und …asens von Glas durchgeführt. Infolge eines regen Gedankenaustausches …ischen der Glasindustrie und den Maschinenbauanstalten entstanden …i der Ausdehnung des Anwendungsgebietes selbsttätiger Blasmaschinen …tgesetzt neue Bauarten. Die Hartford-Fairmount-Maschine wird vor…egend verwendet. Die Owens-Maschine zur Herstellung von Flaschen … bedeutend verbessert worden. Der Anwendungsbereich selbsttätiger …schinen ist ferner auf die Herstellung von Kolben ausgedehnt worden …d bietet keine betriebstechnischen Schwierigkeiten mehr. Die halb…bsttätige Maschine wird mit Vorteil für die Herstellung von Trinkgläsern und Thermosflaschen verwendet. Es ist anzunehmen, daß in den nächsten Jahren noch eine weitere Ausdehnung des Arbeitsgebietes von Blasmaschinen und selbsttätigen Maschinen eintreten wird, die mit einer vollkommenen Umstellung in der Glasindustrie ausgehen muß. Auch auf dem Gebiet der Beförderung der Rohstoffe und Fertigwaren sowie in der Ausbildung der Gerätschaften haben der Maschinenbau und die Elektrotechnik Hervorragendes geleistet. Das Bestreben der Glasindustrie geht dahin, betriebstechnisch bestens ausgestattete Hütten zu besitzen, in denen ein Stab geschulter Ingenieure der bisherigen unzureichenden Betriebsweise Herr wird.

Man ist sich in der amerikanischen Glasindustrie des Wertes wissenschaftlicher Untersuchungen und Betriebs-Überwachung bewußt geworden. Man hat den Nutzen gemeinsamer Arbeit und eines gesteigerten Standesbewußtseins erkannt, der gebieterisch fordert, alle Geheimniskrämerei auszuschalten, die vor dem Kriege die Glasindustrie belastet hat.

Zum Zeichen des neuen Geistes in der amerikanischen Glasindustrie hat die „Vereinigung der Glasfabrikanten“ eine Zeitschrift herausgegeben, die bei allen Bestrebungen fördernd und anregend vermitteln soll. [1676]

Abhitzeverwertung in Glashütten.

In der Glasindustrie gehen mit den abziehenden Gasen aus den verschiedenen Öfen noch erhebliche Wärmemengen verloren[1]). Leider wurde der Abwärmeverwertung dort bis heute zu wenig Beachtung geschenkt. Für die Abwärmeverwertung kommen vor allem die Schmelzöfen in Betracht. Die Abgase zeigen bei Verlassen der Regeneratoren bzw. Rekuperatoren immer noch Temperaturen von über 400° C. Bei Öfen älterer Bauart ohne Regeneratoren sind die Abgastemperaturen noch weit höher. Die Verwendungsmöglichkeit der erzeugten Wärme ist in den meisten Fällen gegeben, insbesondere dann, wenn der Glashütte die Glasschleiferei angegliedert ist. Der gewonnene Dampf kann u. a. benutzt werden als Zusatzdampf für die Generatoranlage, zu Heizzwecken, und wenn genügende Abwärme zur Verfügung steht wie bei Anlagen mit zwei oder mehr Öfen zur Krafterzeugung. Eine besonders günstige wärmetechnische Lösung ergibt sich dann, wenn mit der Abwärme Hochdruckdampf zum Betrieb einer Kraftmaschine erzeugt wird und der Abdampf als Zusatzdampf in den Generatoren oder zu Heizungszwecken und dergl. Verwendung findet.

Daß die durch die Abwärmeverwertung zu gewinnenden Dampfmengen nicht unbedeutend sind, zeigt nachstehendes Beispiel: Es stehen aus einem Läuterungs- und einem Wannenofen stündlich 10 000 m^3 Abgase (bezogen auf 0° C und 760 mm Q.-S.) von 450° C Abgastemperatur zur Verfügung. Damit können in einem MAN-Abwärmeverwerter stündlich rd. 750 kg Hochdruckdampf von 12 at Überdruck und 300° C Temperatur erzeugt werden. Bei 8000 Betriebstunden im Jahre beträgt die Jahresdampfmenge dann 8000 . 0,75 = 6000 t. Für den Betrieb der erforderlich werdenden Saugzuganlage gehen, mittelbar gerechnet, ab: $\frac{8000 \cdot 8\text{ (PS)} \cdot 10\text{ (kg)}}{1000} = 640$ t, so daß 6000 — 640 = 5360 t Dampf nutzbar verbleiben. Bewertet man 1 t Dampf augenblicklich mit 30 000 *M*, dann ergeben sich aus der Abwärmeanlage 160 Mill. *M* Jahreserlös. Die betriebfertig aufgestellte Abwärmeanlage würde für diese Verhältnisse auf etwa 180 bis 200 Millionen Mark zu stehen kommen, so daß sich die Anlage in etwa 1¼ Jahren bezahlt machen würde. Außerdem würden jährlich bei 5- bis 6facher Verdampfung etwa 1000 t Brennstoff für andre Zwecke frei. [M 437]

---

[1]) s. Z. 1922 Bd. 67 S. 529.

Der Wasserumlauf in Steilrohrkesseln.

Von Dr.-Ing. W. Otte, Essen.

Der Steilrohrkesselbau hat nach Ansicht des Verfassers hinsichtlich der Verbesserung des Wasserumlaufes in den letzten Jahren keine grundsätzlichen Fortschritte aufzuweisen. Es werden die Vorgänge bei der Bildung der Dampfblasen und deren Bewegung im Kesselwasser untersucht und die zur Erzielung eines möglichst vollkommenen Wasserumlaufes beim Entwurf des Kessels zu beachtenden Gesichtspunkte erörtert.

Die Bewegungsvorgänge im Kesselwasser sind insbesondere seit dem Erscheinen des Steilrohrkessels Gegenstand eingehender theoretischer Erwägungen und praktischer Versuche gewesen[1]). In auffallendem Widerspruch hierzu steht, daß der praktische Kesselbau in den letzten zehn Jahren kaum einen einzigen grundsätzlich neuen Gedanken aufzuweisen hatte: die wenigen Grundformen des Stirling- und des Garbekessels mit ihren Abwandlungen, die schon im Anfang des Steilrohrkesselbaues entwickelt wurden, beherrschen noch heute den Markt. Von einem befruchtenden Einfluß der Theorie auf den Kesselbau ist im Gegensatz etwa zu der in den gleichen Zeitabschnitt fallenden Entwicklung der Dampfturbine recht wenig zu verspüren. Die Kesselfabriken haben zwar gestrebt, ihre Arbeitsverfahren und Werkstatteinrichtungen zu vervollkommnen und dadurch die Güte ihrer Erzeugnisse zu heben. Die hierdurch erzielten Erfolge dürfen aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Entwicklung der Kesselformen vorzeitig zum Stillstand gekommen ist und daß insbesondere die Anforderungen an den Kessel hinsichtlich des Wasserumlaufes durch die vorhandenen Ausführungen nicht restlos erfüllt werden.

Das Nachfolgende ist ein Versuch, an der Hand einfacher Überlegungen die für den Wasserumlauf maßgebenden Einflüsse ihrem Wesen und Wert nach zu prüfen; ohne zahlenmäßige Ergebnisse anzustreben, wird versucht, aus den Bedingungen für den günstigsten Wasserumlauf praktische Folgerungen für die Bauform des Kessels abzuleiten.

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten des Wasserumlaufs, die man als vollkommenen und unvollkommenen Wasserumlauf bezeichnen kann. Beim vollkommenen Wasserumlauf befindet sich der ganze Wasserinhalt des Kessels in einer eindeutig gerichteten Bewegung, derart, daß jedes Wasserteilchen im vorderen Teil des Kessels aufwärts, im hinteren abwärts strömt. Beim unvollkommenen Wasserumlauf ist dagegen keine klare Trennung zwischen dem aufsteigenden und dem fallenden Teil des Wassers vorhanden; je nach der Belastung des Kessels und dem Zustand der Feuerung können dann in Teilen der Rohrbündel aufwärts oder abwärts gerichtete Bewegungen eintreten.

Wenn man, wie dies allgemein mit Recht geschieht, vollkommenen Wasserumlauf und möglichst lebhafte Umlaufbewegung des Wassers im Kessel anstrebt, so muß man beachten, daß die Vorteile des vollkommenen und die Nachteile des unvollkommenen Wasserumlaufs nicht so sehr auf wärmewirtschaftlichem als auf betriebstechnischem Gebiet zu suchen sind. Eine nennenswerte Verbesserung der Wärmeübertragung durch die Heizflächen wird, im Gegensatz zu Vorwärmern, durch die höhere Wassergeschwindigkeit nicht erreicht, weil die Temperatur des Kesselwassers praktisch unverändert bleibt. Dagegen werden durch den Wasserumlauf im Kessel folgende Vorteile erzielt:

1. ruhige und stetige Dampfentwicklung, daher
2. Erzeugung trocknen Dampfes,
3. geringe Schwankungen der Wasseroberfläche, daher bequeme und stetige Speisung,
4. geringere Kesselsteinbildung,
5. geringere Gefahr von Anfressungen der Kesselheizfläche.

Um die Vorgänge beim Wasserumlauf leichter verfolgen zu können, nehmen wir an, daß die in einem Steigrohr gebildeten Dampfblasen dem umlaufenden Wasser nicht voreilen, daß ferner die Fallrohre ausschließlich Wasser führen und daß der Dampfgehalt des aufsteigenden Wassers, auf die Länge des Rohrbündels bezogen, gleichmäßig von Null bis zum Höchstwert zunimmt.

Die Geschwindigkeit, womit eine Gasblase in einer Flüssigkeit aufsteigt, hängt zunächst von deren spezifischer Zähigkeit ab; bei gegebener Größe und Gestalt der Blasen ist die Geschwindigkeit um so geringer, je zäher die Flüssigkeit ist. Weiterhin werden die Reibungswiderstände, denen aufsteigende Gasblasen begegnen, durch ihre Größe und Gestalt bestimmt. Letztere ist wiederum vom Inhalt der Blase abhängig. Kleine Blasen haben nahezu Kugelform; größere sind linsenförmig abgeplattet und nehmen bei weiterem Wachsen die Form eines Pilzhutes mit mehr oder weniger flacher Decke an. Wie weit eine Blase von bestimmtem Inhalt von der Kugelform abweicht, hängt, abgesehen von der Steiggeschwindigkeit, wesentlich von der spezifischen Oberflächenspannung der Flüssigkeit ab. Je größer sie ist, desto besser bleibt die Kugelform, bei welcher der eingeschlossene Raum die kleinste Oberfläche darbietet, gewahrt, Abb. 1. Abgeflachte Blasen bewegen sich infolge ihrer größeren Reibung wesentlich langsamer aufwärts als kugelige Blasen von gleichem Inhalt. Besonders stark ist ihre Verzögerung in Rohren, deren lichte Weite nur wenig größer als der größte Blasendurchmesser ist, da dann der schmale Ringspalt am Rand der Blasen schnelle Verschiebungen der Flüssigkeitsteilchen an den engsten Stellen bedingt. Die Geschwindigkeit, womit die Blasen aufsteigen, ist daher allgemein um so kleiner, je geringer die Rohrweite, je größer die Zähigkeit und je kleiner die Oberflächenspannung der Flüssigkeit ist. Diese Beziehungen, die für Gasblasen in Flüssigkeiten gelten, lassen sich zweifellos auch auf Dampfblasen anwenden.

Um die Bewegungsverhältnisse der in Flüssigkeiten aufsteigenden Gasblasen zu veranschaulichen, habe ich einige einfache Versuche mit der in Abb. 2 dargestellten Vorrichtung gemacht. Sie besteht aus einem Standrohr von rd. 5 cm l. W. und 60 cm Höhe mit einer Düse im unteren Teil, durch die mittels eines Gummiballs Luft eingedrückt werden kann. Die Beobachtungen erstreckten sich auf drei verschiedene Flüssigkeiten, nämlich Natronwasserglaslösung, spez. Gew. 1,36, Wasser und Äthyl-Alkohol.

Die erstgenannte Flüssigkeit zeichnet sich durch hohe Zähigkeit aus, während ihre Oberflächenspannung etwa die des Wassers ist. Alkohol hat dagegen bei 15° annähernd die spezifische Zähigkeit des Wassers (0,0119 gegen 0,0114 dyn cm^{-2}), aber eine viel kleinere Oberflächenspannung (22,0 gegen 73,26 dyn cm^{-1}).

Beim Versuch mit der Natronwasserglaslösung wurde die Steiggeschwindigkeit der Blasen durch die hohe Viskosität der Versuchsflüssigkeit stark gehemmt, was die Beobachtung der Form und Bewegung der Blasen erleichterte. Man konnte beobachten, daß sich sehr kleine Blasen merklich langsamer als solche von mittlerer Größe aufwärts bewegen; sehr große Blasen, deren Durchmesser nur wenig geringer als der des Standrohres

[1]) Vergl. z. B. Z. 1920 S. 45?.

Abb. 1. Abhängigkeit der Blasenform vom Inhalt.

Abb. 2. Vorrichtung zur Veranschaulichung der Blasenform.

Abb. 3. Abhängigkeit der absoluten Zähigkeit (dyn/cm²) des Wassers von der Temperatur t.

Abb. 4. Oberflächenspannung des Wassers gegen gesättigten Dampf (nach Ramsay und Shields)

ar, stiegen wieder langsamer als die mittelgroßen auf. Der Ver-
ıch mit Wasser ergab hinsichtlich der Blasenform ein ähnliches
ld wie der erste. Die Blasen, besonders die kleinen Blasen,
iegen aber bedeutend schneller.

Durch den Versuch mit Alkohol wurde die Abhängigkeit der
lasenform von der Oberflächenspannung deutlich nachgewiesen;
lbst kleine Blasen weichen erheblich von der Kugelgestalt ab,
ößere nehmen schnell Pilzhut- bis Tellerform an und füllen mit
rer wagerechten Ausdehnung auch bei geringem Inhalt schnell
e ganze lichte Rohrweite aus, wobei ihre Geschwindigkeit ab-
mmt.

Wenn man diese Versuchsergebnisse auf das Verhalten der
ampfblasen in den Siederohren überträgt, so hat man zunächst
ı beachten, daß die Zähigkeit des Wassers mit wachsender Tem-
ratur stark abnimmt, Abb. 3 (Werte über 100° extrapoliert).
ei 200° (16 at abs.) beträgt die spezifische Zähigkeit nur
0015 dyn cm^{-2} (Diäthyläther 0,002 45 bei 20° C). Das
asser übertrifft demnach hinsichtlich der Dünnflüssigkeit schon
i der angegebenen Temperatur und bei höheren in noch stärke-
m Maß alle bekannten organischen und unorganischen Flüs-
gkeiten, was für die Bewegungsvorgänge im Kessel von großer
deutung ist.

Die Oberflächenspannung des Wassers nimmt allerdings mit
achsender Temperatur ebenfalls nennenswert ab, Abb. 4, Werte
ber 140° extrapoliert); sie beträgt bei 200° C 36,0 dyn cm^{-1}
ür Äthylalkohol 22,03 dyn cm^{-1} bei 20° C). Zähigkeit und
berflächenspannung wirken nun teilweise im entgegengesetzten
nn auf die Bewegung der im Wasser aufsteigenden Dampfblase.
ie Abnahme der Zähigkeit begünstigt das Aufsteigen von kleine-
n Blasen, aber von einer bestimmten Blasengröße an verlang-
mt sich das Aufsteigen, weil sich die Blase der Rohrwand
ihert, und diese Grenze wird um so schneller erreicht, je ge-
nger die Oberflächenspannung ist. Die Folge hiervon ist, daß
e zunächst unterhalb der großen Blasen aufsteigenden kleineren
lasen die größeren einholen und von diesen aufgenommen wer-
n. Sobald der Blasenrand die hocherhitzte Rohrwand beinahe
rührt, verdampft wahrscheinlich der schmale Wasserrand zwi-
hen Dampfblase und Rohr, was eine völlige Trennung der
assersäulen oberhalb und unterhalb der den ganzen Rohrquer-
hnitt ausfüllenden Dampfblase zur Folge hat. Auf diese Weise
mmen die berüchtigten „Dampfkolben" zustande, welche die
asserbewegung in den Rohren ganz ungeregelt machen. Infolge
eser Erscheinung liefern Steilrohrkessel mit engen Siederohren,
e stärker zur Bildung von Dampfkolben neigen, leichter nassen
ampf, und man sollte daher die vordersten Rohre, die an der
ampflieferung am meisten beteiligt sind, weiter als die dahinter
genden bemessen.

Beobachtungen haben ferner ergeben, daß entgegen der Er-
artung der Wassergehalt des Dampfes bei zunehmender Be-
stung bis zu einem gewissen Punkt nicht zu- sondern abnimmt.
an muß das darauf zurückführen, daß die Wasserbewegung im
essel bei geringerer Beanspruchung der Heizfläche nicht ein-
utig gerichtet ist, daß sich also, wenigstens in einzelnen Teilen
s Kessels, Wasser und Dampf entgegengesetzt bewegen. Auch
rharren dann die Dampfblasen längere Zeit an der Stelle, wo

Abb. 5 und 6. Kräftespiel an einer Dampfblase.
Fall 1: Blase haftet an der Heizfäche.
Fall 2: Blase bewegt sich im Rohrinnern.

ie sich bilden, da die Energie des strömenden Wassers noch
icht genügt, um das Haftvermögen der Dampfblase an der Heiz-
äche zu überwinden. Für die Beschaffenheit des erzeugten
ampfes ist es nun sehr wichtig, möglichst kleine Dampfblasen
ı erzeugen, welche, wenn sie die Wasseroberfläche des Kessels
urchbrechen, geringere Energiemengen entladen und daher die
berfläche weniger stören. In Abb. 5 ist eine Dampfblase im
ıneren eines Siederohres dargestellt, die sich noch nicht von
er Heizfläche gelöst hat. Die Trennung von ihrem Sitz kann
urch Kräfte erfolgen, welche entweder in der Richtung ihrer
erührungsebene oder senkrecht dazu wirken. Beiden Kräften
tzt die Blase einen gewissen Widerstand entgegen, das Haft-
ermögen in der Richtung der Berührungsebene r und die senk-
recht hierzu gerichtete Kraft k. Die Größe dieser Kräfte hängt
offenbar wesentlich von der Rauhigkeit der Rohrwand ab.

Die Kräfte, welche die Blase von ihrer Stelle zu entfernen
suchen, sind in tangentialer Richtung $b + a \sin \alpha$, worin b
durch die Reibung des Wassers an der Blasenwandung erzeugt
wird, und von der Zähigkeit des Wassers, der Größe und Form
der Blase und vom Quadrat der Wassergeschwindigkeit abhängt,
und a der Auftrieb der Blase, der von ihrem Inhalt abhängt.
Senkrecht zur Rohrwand wirkt die Kraft $a \cos \varphi$.

Schnelles Loslösen der Blase wird begünstigt durch
1. Verringerung von r, d. h. glatte Rohrwandungen,
2. Vergrößerung von $b + a \sin \alpha$, d. h. große Wasserge-
schwindigkeit und steile Lage der Heizfläche.

Grundsätzlich könnte man
das schnelle Ablösen der
Dampfblase auch durch Ver-
größern der Kraft $a \cos \alpha$ an-
streben, doch kommt dies für
Steilrohrkessel nicht in Frage.

Abb 7. Beulenbildung infolge mangelnder Wasserkühlung.

Abb. 8 u. 9. Formgebung der Siederohre. (Abb. 9 weniger gut als Abb. 8.)

Sobald sich die Dampfblase von ihrer Enstehungsstelle ent-
fernt hat und mit dem Wasser aufwärts geführt wird, ändert
sich das Spiel der Kräfte, Abb. 6. Der Auftrieb a wirkt nach wie
vor, dagegen kommen die Haftkräfte k und r in Wegfall. Bei
gekrümmten Rohren tritt die Zentripetalkraft c hinzu, welche
ebenso wie die Komponente $a \cos \alpha_1$ des Antriebs die Blase nach
dem Rohrrücken hin treibt. Dieser Bewegung der Blase wirken
die Kräfte u und z entgegen, die von der spezifischen Zähigkeit
des Wassers und dem Blaseninhalt abhängen. Die Zentripetal-
kraft c hat den Wert $\frac{m}{R} \times v^2$, wenn m die Masse einer Wassermenge
vom Inhalt der Dampfblase (eigentlich der Unterschied der Massen
von Wasser und Dampf), R den Krümmungshalbmesser der Bla-
senbahn und v die Wassergeschwindigkeit bezeichnet.

Es fragt sich, ob die Bewegung der Dampfblasen zum Rohr-
rücken hin, die die Kraft $c + a \cos \alpha_1$ einleitet, grundsätzlich
Vorteil bietet. Im allgemeinen scheint es erwünscht, die Dampf-
blasen aus dem Bereich der unmittelbar dem Feuer zugekehrten
Heizfläche zu entfernen; denn die wesentlich geringere Wärme-
übertragung im Rücken der Rohre verhindert Überhitzungen an
diesen Stellen, auch wenn das Wasser reichlich mit Dampfblasen
durchsetzt ist. Immerhin zeigt ein lehrreicher, an einem Siller-
Christians-Kessel beobachteter Fall, Abb. 7, daß bei großen Was-
sergeschwindigkeiten, scharfen Rohrkrümmungen und starker Be-
heizung Schäden der Rohrwand auch an solchen Stellen auftre-
ten können, weil sie infolge von Dampfansammlung ungenügend
gekühlt werden. Die Beule bildete sich hier bezeichnenderweise
genau dort, wo $c + a \cos \alpha_1$ einen Höchstwert erreicht ($\alpha_1 = 0$).

Um örtliche Dampfansammlungen dieser Art zu verhindern,
empfiehlt es sich, die Rohre mit möglichst g r o ß e n Halbmessern
über die ganze Länge zu biegen, Abb. 8, und scharfe Richtungs-
änderungen mit kleinen Halbmessern, Abb. 9, insbesondere dort,
wo mit hohen Temperaturen zu rechnen ist, zu vermeiden.

Wir bezeichnen mit:

- F_e den Durchflußquerschnitt eines Rohrbündels in m^2,
- F_{aw} den mit Wasser gefüllten Teil des Rohrquerschnitts beim Austritt aus dem Steigrohrbündel in m^2,
- F_{ad} den mit Dampf gefüllten Teil des Rohrquerschnitts beim Austritt aus dem Steigrohrbündel in m^2,
- l_0 die mittlere Länge des vorderen Rohrbündels in m,
- h_0 den senkrechten Abstand der oberen von den unteren Rohrmündungen in m,
- v_e die Wassergeschwindigkeit im Fallrohrbündel und beim Eintritt in das Steigrohrbündel in m/s,
- v_a die Geschwindigkeit des Wasser-Dampfgemisches beim Austritt aus dem Steigrohrbündel in m/s,
- M die Dampfmenge in kg/h,
- m die Dampfmenge in kg/s,
- p den Dampfdruck in at abs.,

γ_p das spezifische Gewicht des erzeugten Dampfes vom Drucke p in kg/m³,
R die Rostfläche des Kessels in m²,
z die spezifische Beanspruchung der Rostfläche in kg/m²/h,
C den Heizwert des Brennstoffes in kcal/kg,
Q die mit dem Brennstoff zugeführte Wärmemenge in kcal/h,
q die mit dem Brennstoff zugeführte Wärmemenge in kcal/s,
η_{st} den im Steigrohrbündel auf das Kesselwasser übertragenen Teil der Brennstoffwärme,
η_f den im Fallrohrbündel auf das Kesselwasser übertragenen Teil der Brennstoffwärme,
i_{fo} die Flüssigkeitswärme, die dem Sättigungsdruck an der Wasseroberfläche entspricht, in kcal/kg,
i_{fu} die Flüssigkeitswärme, die dem Sättigungsdruck an den unteren Fallrohrmündungen entspricht, in kcal/kg,
ε die Erzeugungswärme des Sattdampfes in kcal/kg.

Die oben gemachte Voraussetzung, daß das in das Steigrohrbündel eintretende Wasser völlig dampffrei ist, daß also auch die Fallrohre lediglich Wasser enthalten, ist erfüllt, wenn

$$q\,\eta_f \leq 1000\, v_e\, F_e\, (i_{fu} - i_{fo}),$$

worin
$$q = \frac{R\,z\,C}{3600}.$$

Die verhältnismäßige Größe der beiden Seiten dieser Ungleichung soll an der Hand eines Zahlenbeispieles geprüft werden: Es betrage: Heizfläche 600 m², Rostfläche 20 m², Brennstoffheizwert 7500 kcal/kg, Rostbeanspruchung 100 kg/m²/h, Dampfdruck 16 at abs., h_0 5 m, F_e 0,75 m², v_e 1,5 m/s, η_f 0,15 (die letzten zwei Werte geschätzt).

Die linke Seite der Ungleichung ergibt dann:

$$\frac{20 \cdot 100 \cdot 7500 \cdot 0{,}15}{3600} = 625 \text{ kcal},$$

die rechte Seite:

$$1000 \cdot 1{,}5 \cdot 0{,}75\,(205{,}4 - 203{,}9) = 1687 \text{ kcal}.$$

Im vorliegenden Fall ist also die durch die rechte Seite der Ungleichung dargestellte Wärmeaufnahmefähigkeit des Wassers bis zur beginnenden Dampfbildung rd. 2,7 mal so groß wie die diesem Bündel in der Zeiteinheit aus dem Brennstoff zugeführte Wärmemenge. Die Spanne zwischen der Wärmeaufnahmefähigkeit des Wassers bei der Fallbewegung im hintern Rohrbündel und der durch die Heizfläche zugeführten Wärmemenge ist bei diesem Beispiel, welches praktischen Verhältnissen bei einem Kessel mit günstigen Bedingungen für den Wasserumlauf entspricht, so erheblich, daß die Annahme, das Fallrohrbündel sei nur mit Wasser gefüllt, innerhalb weiter Grenzen berechtigt ist.

Die bewegende Kraft des Wasserumlaufes.

Den Wasserumlauf verursacht der Unterschied im Raumgewicht des Inhalts des vordern und des hintern Rohrbündels. Je größer in einem gegebenen Augenblick der Dampfgehalt des Vorderbündels ist, um so stärker ist die bewegende Kraft des Wasserumlaufes. Im Beharrungszustand enthält das vordere Rohrbündel unter der Voraussetzung, daß sich die Dampfentwicklung auf die ganze Länge des Rohrbündels gleichmäßig verteilt, gemäß Abb. 10 die Dampfmenge

$$\frac{F_{ad}\, l_0}{2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1).$$

Denkt man sich den dampfförmigen Teil des Rohrinhaltes von dem Wasser getrennt und über diesem gelagert, so entspricht der mit Dampf gefüllten Rohrlänge l_d eine Höhe h_d Abb. 11, welche, wenn man das Dampfgewicht gegenüber dem Wassergewicht vernachlässigt, die treibende Höhe des Wasserumlaufs darstellt. Bei geraden Rohren ist

$$l_d = l_0\, \frac{F_{ad}}{2\,F_e} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2),$$

$$h_d = h_0\, \frac{F_{ad}}{2\,F_e} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 3).$$

Abb. 10. Schematische Darstellung der Verteilung von Wasser und Dampf im Steigrohrbündel.

Abb. 11. Schematische Darstellung der treibenden Höhe des Wasserumlaufes.

Bei gekrümmten Rohren kann man l_d und h_d am einfachsten zeichnerisch ermitteln.

Die Teilfläche F_{ad} des Rohrquerschnitts F_e, welche der austretende Dampf einnimmt, bestimmt man wie folgt: Durch die Querschnitte des Kessels fließt die Wassermenge $F_e\, v_e$ m³/s; die gleiche Wassermenge wird unter der vereinfachenden Annahme, daß der während des Aufstieges durch Verdampfung verschwindende Teil des Wassers gegenüber der insgesamt umlaufenden Menge vernachlässigt werden kann, am Austritt des Steigrohrbündels mit der Geschwindigkeit v_a durch den Teilquerschnitt F_{aw} befördert; also gilt $F_e\, v_e = F_{aw}\, v_a$.

Der mit Dampf gefüllte Teil des Rohrquerschnittes am Austritt beträgt somit $F_{ad} = F_e - F_{aw}$, und es ist

$$(F_e - F_{aw})\, v_a = \frac{m}{\gamma_p},$$

woraus
$$\frac{F_{aw}}{F_e} = \frac{F_e\, v_e}{\dfrac{m}{\gamma_p} + F_e\, v_e} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 4),$$

$$\frac{v_a}{v_e} = \frac{\dfrac{m}{\gamma_p} + F_e\, v_e}{F_e\, v_e} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 5).$$

Die erste Gleichung gibt zugleich den auf das Wasser entfallenden Raumteil des Wasser-Dampfgemisches an, doch gelten diese Beziehungen für gleiche Austrittgeschwindigkeiten von Wasser und Dampf. In Wirklichkeit eilt die Dampfblase mit vielleicht 0,3 bis 0,4 m/s Geschwindigkeit dem Wasser voraus. Die Austrittsgeschwindigkeit des Wassers ist daher geringer, als die Berechnung ergibt. Das Gleiche gilt für den Dampfinhalt und die wirksame Höhe des Wasserumlaufes. Da die Bewegung der Dampfblasen einen im wesentlichen unveränderlichen Einfluß ausübt, so ist der Fehler bei größeren Wassergeschwindigkeiten verhältnismäßig geringer.

Zur Berechnung der treibenden Druckhöhe diene das frühere Beispiel. Bei den gegebenen Abmessungen ist:

$$F_e = 0{,}75 \text{ m}^2, \quad v_e = 1{,}5 \text{ m/s}, \quad F_e\, v_e = 1{,}125 \text{ m}^3\text{/s}, \quad \gamma_p = 7{,}814 \text{ kg/m}^3,$$
$$\varepsilon = 570 \text{ kcal/kg}, \quad \eta_{st} = 0{,}55, \quad \eta_f = 0{,}15, \quad q = 4160 \text{ kcal/s},$$
$$l_0 = 5{,}5 \text{ m}, \quad h_0 = 5{,}0 \text{ m}.$$

Demnach ist die sekundliche Dampfmenge

$$\frac{m}{\gamma_p} = \frac{q\,(\eta_{st} + \eta_f)}{\varepsilon\, \gamma_p} = 0{,}655 \text{ m}^3\text{/s}.$$

Hieraus ergibt sich mit Gl. (4):

$$\frac{F_{aw}}{F_e} = \frac{1{,}125}{0{,}655 + 1{,}125} = 0{,}63,$$

d. h. der vom Wasser in Anspruch genommene Teil des Austrittquerschnitts beträgt 0,63, und für den Dampfquerschnitt verbleibt 0,37.

Die Austrittgeschwindigkeit des Wasser-Dampfgemisches beträgt nach Gl. 5

$$v_a = \frac{1{,}5\,(0{,}655 + 1{,}125)}{1{,}125} = 2{,}38 \text{ m/s}.$$

Der Dampfinhalt des Steigrohrbündels ist nach Gl. (1)

$$\frac{F_{ad}\, l_0}{2} = 0{,}76 \text{ m}^3.$$

Bei geraden Steigrohren $\left(\dfrac{l_d}{l_0} = \dfrac{h_d}{h_0}\right)$ ist demnach

$$h_d = h_0\, \frac{F_{ad}}{2\,F_e} = 5\, \frac{0{,}37}{2} = 0{,}925 \text{ m}.$$

Dieser Höhe entspricht theoretisch die Geschwindigkeit

$$v_{th} = \sqrt{2\,g\,h_d} = 4{,}25 \text{ m/s}.$$

Wäre somit v_e mit 1,5 m/s richtig geschätzt, so bedeutet dies, daß der Gütegrad des Wasserumlaufes $\dfrac{v_e}{v_{th}} = \dfrac{1{,}5}{4{,}25} = 0{,}3$… ist. Bei sorgfältiger Führung des Wassers und Beachtung der weiter unten näher erörterten Bedingungen für einen möglichst verlustfreien Wasserumlauf dürfte es möglich sein, auch höhere Gütegrade zu erzielen. Erhält man durch die obige Rechnung $\dfrac{v_e}{v_{th}}$ zu niedrig oder zu hoch, so muß man die Rechnung mit einem anderen Wert von v_e wiederholen.

Wenn weiter oben der auf Wasser entfallende Teil des Austrittquerschnitts im Steigrohrbündel zu 63 vH berechnet worden ist, so muß man das nicht so verstehen, als sei jedes einzelne Rohr in diesem Verhältnis mit Wasser gefüllt. Vielmehr führen die dem Feuer zugewandten ersten Rohrreihen entsprechend der stärkeren Wärmezufuhr größere Dampfmengen als die dahinter liegenden, und dieser Unterschied ist um so größer, je mehr Reihen hintereinander liegen. In den letzten Rohren herrscht i…

ge ihres geringen Dampfgehaltes eine wesentlich geringere assergeschwindigkeit, die unter Umständen Null und sogar gativ werden kann. Um daher eine eindeutig aufwärts gehtete Wasserbewegung im Steigrohrbündel zu erreichen, soll Zahl der hintereinander angeordneten Rohrihen gering sein. Außerdem soll man die Rohre des Steigndels nicht hintereinander, sondern versetzt anordnen, damit Unterschied in ihrer Wärmeaufnahme gemildert wird; allergs erschwert das die Auswechselbarkeit der Rohre. Ein weites Mittel ist, die vorderen Rohrreihen nicht in der ganzen nge der Strahlung des Feuerraumes auszusetzen, sondern ihren ren Teil als Berührungsheizflächen auszubilden, Abb. 12. Der mpfgehalt der vordersten Rohre ließe sich schließlich auch darch verringern, daß man diese Rohre weiter bemißt, was ja ch, wie früher erwähnt, aus anderen Gründen vorteilhaft ist.

Abb. 12. Stirlingkessel, bei dem die oberen Teile der vorderen Rohre der unmittelbaren Wärmestrahlung entzogen sind.

Bewegungswiderstände des Wasserumlaufs.

Bei verlustfreiem Kreislauf des Wassers würde eine unbeenzte Steigerung der Geschwindigkeit eintreten, mit wachsender eschwindigkeit nimmt aber der Dampfgehalt der Steigrohre und mit die bewegende Kraft des Wasserumlaufes wieder ab. Tatchlich gelangt die Umlaufbewegung schnell in den Beharrungsstand, da sie eine Reihe von Widerständen verursacht, die mit m Quadrate der Geschwindigkeit zunehmen. Bei der einfachsten orm des Kesselkörpers, nämlich der kreisförmig gebogenen gehlossenen Röhre, erfährt die Energie des umlaufenden Wassers diglich Verluste durch Reibung. Betrachtet man den Kreisuf in einem Kessel aus geraden Rohrschenkeln, die durch Bogenücke miteinander verbunden sind, so treten noch die Verluste rch Richtungsänderung hinzu. Besteht endlich der Keslkörper aus gekrümmten Steigrohren und Fallrohren, die oben und nten in weite Trommeln münden, so ergeben sich außer den nannten Verlusten noch solche durch unvollkommene Umwandng von kinetischer in potentielle Energie und umgekehrt (Stoßerluste).

Es ist üblich und für die vorliegende Betrachtung zweckmäßig, diese Arbeitsverluste durch Widerstandshöhen, als Funktionen der Wassergeschwindigkeit $w = \zeta \frac{v^2}{2g}$, auszudrücken. Die Summe der Widerstandshöhen ist im Beharrungszustand die wirksame Druckhöhe. Die Beiwerte ζ_1, ζ_2 usw. hängen von der spezifischen Zähigkeit des Wassers ab, die, wie gezeigt wurde, bei höheren Temperaturen bedeutend abnimmt, daraus folgt allgemein, daß die Umlaufbedingungen im Kessel mit höherer Temperatur günstiger werden. Außerdem richtet sich die Größe der Beiwerte nach den baulichen Verhältnissen des Kessels.

Die Reibung an den Rohrwänden beträgt bei geraden und über die ganze Länge gleichmäßig gekrümmten Rohren mit kreisförmigem Querschnitt

$$\sum w_1 = \sum \zeta_1 \frac{v^2}{2g}; \quad \zeta_1 = \lambda \frac{l}{d};$$

der Beiwert λ hängt, abgesehen von der spezifischen Zähigkeit des Wassers, auch vom Durchmesser und der Wandrauhigkeit der Leitung ab. Im übrigen ist für ζ_1 lediglich das Verhältnis von Länge zu Durchmesser maßgebend. Zu fordern sind daher kurze Wasserwege, große Rohrweiten, besonders in den schneller durchflossenen Steigrohren und glatte Rohrwände.

Für den Widerstand infolge von Richtungsänderungen gilt $\sum w_2 = \sum \zeta_2 \frac{v^2}{2g}$; $\zeta_2 = a + b\left(\frac{d}{R}\right)^x$. Hierin sind a, l und x Festwerte, d der Rohrdurchmesser, R der Krümmungshalbmesser.

Für kaltes Wasser ist[1]) $a = 0{,}124$, $b = 0{,}274$, $x = 3{,}5$.

Für heißes Wasser sind die entsprechenden Werte nicht bekannt. Da sie jedoch wesentlich von der spezifischen Zähigkeit abhängen, so dürfte ζ_2 bei höheren Temperaturen wesentlich kleiner sein. Im übrigen ist für die Verluste durch Richtungsänderung die Zahl der Übergänge aus der geraden Richtung in die Krümmung und in besonders hohem Maße das Verhältnis $\frac{d}{R}$ maßgebend. Zu fordern sind daher: Wenig Übergänge aus der geraden Richtung in Krümmungen und große Krümmungshalbmesser.

Die Stoßverluste beim Austritt des Wassers in die Trommeln betragen $\sum w_3 = \sum \zeta_3 \frac{v^2}{2g}$; hierin ist $\zeta_3 = 1$, sofern man die sehr geringe Wassergeschwindigkeit in den Trommeln Null setzt. Bei jedem Austritt des Wassers aus den Rohrbündeln geht mithin die ganze Energie des fließenden Wassers mechanisch verloren. Am stärksten ist der Verlust beim Austritt des Wassers aus dem Steigrohrbündel in die Obertrommel, da $v_a > v_e$ ist. Die Zahl der im Kreislauf des Wassers hintereinander geschalteten Kesseltrommeln vervielfacht die Zahl der Stoßpunkte. Ungenügende Querverbindungen zwischen den Trommeln erfordern erhöhte Durchflußgeschwindigkeit, wodurch der Stoßverlust quadratisch zunimmt.

Abb. 13. Düsenartige Erweiterung der Rohrmündung am Wassereintritt.

Beim Eintritt des Wassers aus den Trommeln in die Rohrbündel entsteht ebenfalls infolge ungenügender Umwandlung von Druck- in Geschwindigkeitsenergie ein Stoßverlust $\sum w_4 = \sum \zeta_4 \frac{v^2}{2g}$, worin ζ_4 in der Hauptsache von der Form der Eintrittskante abhängt; je scharfkantiger der Rand ist, um so größer wird ζ_4. Zu fordern sind daher wenig Stoßpunkte, gleichmäßig weite Durchflußquerschnitte, auch bei den Querverbindungen der Trommeln, Vermeidung von Verengungen beim Eintritt des Wassers in die Rohre durch gute Ausrundung der Eintrittkanten, s. Abb. 13.

[1734]

[1]) Hütte I 23. Aufl. S. 299.

Dr.-Ing. eh. Barkhausen †

„und wenn es köstlich gewesen ist,
so ist es Mühe und Arbeit gewesen".

Das diesjährige Osterfest hat der Deutschen Technik, zumal dem Bauingenieurwesen, einen schweren Verlust gebracht. Am Ostersonntag verschied zu Hannover nach schwerem körperlichem Leiden, aber in voller geistiger Frische, der frühere Professor an der Technischen Hochschule Hannover, Geheimer Regierungsrat Dr.-Ing. e. h. Georg Barkhausen.

Geboren am 28. Juni 1849 zu Bückeburg, hatte er keine sonnige Jugend, denn schon im zartesten Kindesalter wurde ihm sein Vater entrissen; aber auch hier wurde die Not zur Erzieherin, denn sie entwickelte in ihm ein ungewöhnlich hohes Pflichtgefühl und einen bewunderungswerten Fleiß. Nach dem Besuch des Gymnasiums in Bückeburg, später in Hannover, studierte Barkhausen von 1866 bis 1872 an der damaligen „Polytechnischen Schule", der jetzigen Technischen Hochschule Hannover, Ingenieurwissenschaften und bestand 1872, nachdem er inzwischen das damals einen Teil der Ausbildung bildende „Elevenjahr" erledigt hatte, die Bauführerprüfung, und zwar, wie auch später die Baumeisterprüfung, mit Auszeichnung.

Als Bauführer war Barkhausen bei den Eisenbahndirektionen Hannover und Saarbrücken und beim Bau der Berliner Stadtbahn, der damaligen hohen Schule des Eisenbahnbaues, aus der so viele hervorragende Männer hervorgegangen sind, tätig. Auch nach der 1877 bestandenen Baumeisterprüfung wirkte er noch an diesem großen Werke mit, erhielt aber schon 1880 einen Ruf an die Technische Hochschule Hannover, zunächst als sog. „Hilfslehrer", wofür man heute „Extraordinarius" sagt, aber schon 1883 als ordentlicher Professor.

Drei Jahrzehnte hat Barkhausen seine Arbeitskraft der Technischen Hochschule gewidmet, und wenn aus deren Bauingenieurabteilung so viele ausgezeichnete Fachleute und charaktervolle Männer hervorgegangen sind, so ist das mit in erster Linie der Persönlichkeit Barkhausens zu danken. Seine Hauptgebiete waren Statik, Brückenbau und Eisenhochbau, bekanntlich die Gebiete, die dem Studierenden die größten Schwierigkeiten bereiten und seine Zeit daher am stärksten in Anspruch nehmen. Aber Barkhausen war durch zwei Eigenschaften ausgezeichnet, die dem Studierenden das Arbeiten leicht und zur Freude machten: er war ein glänzender Redner und verstand es, äußerst anschaulich und leicht faßlich zu sprechen, und sein Pflichtgefühl und Fleiß führten ihn dazu, die Übungen stets persönlich abzuhalten; so war das Verstehen des Vortrags für den Studierenden leicht, und wo es einmal mit dem Verständnis haperte, merkte der Lehrer dies in den Übungen sofort und schloß durch Ergänzungsvorträge die Lücke. Aber außer den Kenntnissen und Fähigkeiten verdanken ihm seine Schüler auch Erziehung und Charakter. Wirkte schon die ganze Persönlichkeit dieses so grund-wahrhaften Mannes, seine Pflichttreue, sein Fleiß und seine Willenskraft veredelnd auf die Jugend, so gewann er durch seine Gutmütigkeit und sein liebevolles Eingehen auf Schmerzen und Nöte die jungen Herzen. Auch auf die studentischen Fragen ging er mit Hingabe und mit hohem Verständnis für die Jugend ein. Ferner war er eifrig bestrebt, das Studium den Fortschritten von Technik und Wirtschaft anzupassen, zu verbreitern und zu vertiefen, dabei aber auch vom Schulmäßigen mehr und mehr zu befreien und die Lernfreiheit weiter auszubauen. Daß er sich hierbei Feinde erwarb, kann ihn nur ehren; so mancher seiner Gegner war eben recht einseitig auf die Nur-Technik oder gar nur auf ein Sondergebiet eingestellt, während Barkhausen infolge seiner vielseitigen Bildung, seiner Menschenkenntnis, seines scharfen Blickes für die Notwendigkeiten des Lebens klar erkannt hatte, daß die angehenden Ingenieure nicht zu einseitigen Fachmenschen erzogen werden dürfen.

Wesentlich trug zu dieser Einstellung seine Tätigkeit als ausübender Ingenieur bei; denn er war nicht nur ein nur in Theorien lebender Lehrer, sondern durch ständige Verbindung mit großen Brückenbauanstalten auch ein schaffender Konstrukteur. Als solcher stand er zugleich in Leben und Forschung und hat insbesondere den Brücken- und den Eisenhochbau nach der rechnerischen und konstruktiven Seite hin gefördert. Zu nennen sind z. B. Behälter-Konstruktionen, Wassertürme und besonders Luftschiff- und Flugzeughallen. Für dies Gebiet war er der „Beratende Ingenieur" des Kriegministeriums. Namentlich hat er auch im Krieg hieran weitergearbeitet; aber diese Tätigkeit warf schon dunkle Schatten auf seinen Lebensabend; denn sein scharfer Verstand erkannte die schweren Fehler, die durch das Unverständnis der maßgebenden Kreise gegenüber allem Technischen veranlaßt wurden; so sah er das Unglück des Vaterlandes lange voraus, aber er war niemals kleinmütig, nur im vertrautesten Kreise gab er seinen Kümmernissen gelegentlich Ausdruck.

Als nun aber das bittere Ende des Weltkrieges über sein heißgeliebtes Vaterland hereinbrach, fand es ihn nicht in Verzweiflung und mutlosem Verzagen. Tatenfroh stellte er sich in den Kampf, er wurde der nimmermüde Führer der Deutsch-Nationalen seiner engeren Heimat und hat bis zu seinem Ende, auch in schwerer Krankheit, für das gestritten, was er für richtig ansah. Viele, die ihn sonst hoch verehrten, konnten ihm in der politischen Einstellung nicht folgen, aber auch seine bittersten Gegner haben seinen Mut, seine Arbeitskraft, seine Vaterlandsliebe anerkennen müssen.

Aber man kann Barkhausen nicht voll würdigen und sein Lebenswerk nicht voll verstehen, wenn man nicht seines gastfreien Hauses, seiner Familie und namentlich seiner Gattin gedenkt. Barkhausen war in einer mit vier Kindern gesegneten äußerst glücklichen Ehe verheiratet; seine Gattin war stets bemüht, ihm die kleinen Unannehmlichkeiten des Lebens fernzuhalten, sie war sein treuer Kamerad und, namentlich in den letzten Jahren, die Gehilfin bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten.

Mögen alle, die diesem großen Mann Dank schulden, ihn in seinem Sinn abtragen, indem sie, wie er, mit voller Kraft arbeiten an dem Wiederaufrichten des Vaterlandes!

Prof. Blum.

RUNDSCHAU.

Mathematik und Physik.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1922[1]).

Arbeiten der Abteilung I (Optik und Strahlung).

Bei den früheren vergleichenden Temperaturmessungen nach dem W...n-Planckschen und dem Stefan-Boltzmannschen Gesetz war ein stär-k...er Abfall der Gesamtstrahlung mit zunehmender Entfernung des Bolo-...ers gemessen worden, als zu erwarten war. Es gelang damals nicht, f...zustellen, auf welche der möglichen Fehlerquellen die Abweichung, ...bei 1063 ° in der Intensität 1,4 vH ausmachte, zurückzuführen war. Fortsetzung der Untersuchung ergab, daß die Hälfte des Fehlers durch W...sserdampfabsorption bedingt war, und führte zu völlig gesicherten G...rundlagen für eine Neubestimmung der Strahlungskonstanten.

Mit Unterstützung der Osram-Gesellschaft wurde eine Lichtquelle ...r hoher Flächenhelle von geringer Ausdehnung, wie man sie für r...istrierende Photometer, für spektrometrische Arbeiten und für Projek-t...ionsapparate braucht, dadurch geschaffen, daß für Spaltbeleuchtung W...olframelektroden mit einer eingeschliffenen, die Strahlung „schwär-...zenden" Rinne eingebaut, bei Projektionslampen der wirksame Ober-f...lächenteil ebenfalls durch Hohlraumbildung geschwärzt wurde. Es ge-l...ang, die Flächenhelle um 60 bis 75 vH gegenüber der glatten Ober-f...läche zu steigern und somit eine Flächenhelle gleich 80 bis 87 vH der ...voller Schwärze erreichbaren zu erzielen.

Die spektroskopischen Messungen an Wasserstoff und Helium wur-...den fortgesetzt, der Einfluß metallischer Oberflächen auf die Spektra ...von Quecksilber, Kadmium, Helium und Sauerstoff näher studiert. Von ...den 364 photometrischen Prüfungen sei besonders die von 27 regenerier-t...en Metallfadenlampen verschiedener Spannung, Lichtstärke, Fadenan-...ordnung und Herkunft erwähnt, die sich untereinander im wesentlichen ...gleichwertig erwiesen und durchschnittlich 1,4 W/HK mittlerer räum-l...icher Lichtstärke verbrauchten. Bei 3 untersuchten Gasglühlichtkör-p...ern (stehenden und hängenden) wurden in der Stunde etwa 2,5 l Gas f...ür 1 HK verbraucht. Die bisherigen Unstimmigkeiten in der Abhängig-k...eit der Hefnerlampe vom Luftdruck wurden durch eine kritische Un-t...ersuchung aufgeklärt.

Die Abteilung untersuchte eine Anzahl von Fernrohren verschie-...dener Herkunft und Bauart auf ihre Lichtdurchlässigkeit. Dabei wurde ...u. a. die Abnahme der Helligkeit nach dem Rande zu gemessen, die ...einigen Ferngläsern bis zu 80 vH betrug. Neben 47 verschiedenen ...optrischen Messungen sei insbesondere eine gemeinsam mit dem In-...stitut des Vereines der deutschen Zuckerindustrie ausgeführte Unter-...suchung über den Hundertpunkt der Saccharimeter erwähnt. Diesem ...Institut ist es gelungen, ein Verfahren aufzufinden, das Invertzucker, ...e der Hauptverunreinigungen des Zuckers, noch in Mengen von ...02 vH sicher nachzuweisen gestattet. In der Reichsanstalt wurde ...optische Drehung von 5 besonders reinen Saccharoseproben ge-...messen und das Verhältnis der Drehungen für die Natriumlinie und ...grüne Quecksilberlinie auf $\pm\ ^{1}/_{10000}$ genau bestimmt.

Aus den Ergebnissen der mehrjährigen Messungen der Lichtbre-...chung von Quarz kann man schließen, daß die Konstante c des Wien-...Planckschen Strahlungsgesetzes etwa 14 406 betragen wird, sowie daß die ...Beobachtungen von Warburg und Müller für diese Konstante bei ...Temperaturbestimmung aus dem Wienschen Verschiebungsgesetz wieder ...einen um etwa 1 vH höheren Wert ergeben als nach dem Stefan-Boltz-...mannschen Gesetz.

Arbeiten der Abteilung II (Elektrizität und Magnetismus).

Die Empfangsversuche mit einer quadratischen Rahmenantenne von ...m Seitenlänge und dem Kondensatortelephon sind weitergeführt wor-...den. Eine Theorie der dielektrischen Festigkeit wurde aufgestellt und ...durch Versuche geprüft. Auf Wunsch der Industrie wurden um-...fangreiche Untersuchungen über die physikalischen, chemischen und ...elektrischen Verhältnisse in den Quecksilberdampf-Gleichrichtern be-...gonnen. Aus den vorliegenden Ergebnissen sei hier erwähnt, daß in ...der Achse der positiven Lichtsäule des Bogens die Temperaturen bei ...voller Belastung zwischen 1000 und 10 000 ° liegen.

Das thermisch-elastische Verhalten der Metalle und ihr Leitver-...mögen für Wärme und Elektrizität lassen Untersuchungen an einheit-...lichen Kristallen aus reinstem Metall wünschenswert erscheinen. Zu-...nächst wurde hexagonal kristallisierendes Zink untersucht. Dabei ...wurde u. a. gefunden, daß der Ausdehnungskoeffizient in Richtung der ...hexagonalen Achse fünf- bis sechsmal so groß wie senkrecht zur Achse ...und den erstaunlich hohen Wert von $60 \cdot 10^{-6}$ bei Zimmertempera-...tur hat.

Die Untersuchung über die Schallgeschwindigkeit von Stickstoff-...oxyd wurde bis zur Hörgrenze fortgesetzt. Die Schallgeschwin-...digkeit erwies sich als vollkommen unabhängig von der Frequenz. Unter ...Zuhilfenahme der Einsteinschen Theorie folgt aus den Versuchen, daß ...das Molekül mehr als 8000mal in der Sekunde einen Zerfall erleidet.

Das Verhalten der Kadmiumamalgame in den Westonschen Nor-...malelementen ist systematisch untersucht worden und hat die Unhalt-...barkeit eines neuerdings wegen der angeblichen Metastabilität von ...Kadmiumamalgamen gemachten Einwandes erwiesen. Nach vieljähriger ...Pause wurden die Weston-Elemente des National Physical Laboratory ...wieder mit denen der Reichsanstalt verglichen. Die elektrischen Span-...nungseinheiten beider Institute stimmen hiernach auf wenige Hundert-...tausendstel überein.

Die Arbeiten zur Festlegung der neuen Wellenlängenskala für elek-trische Schwingungen sind dem Abschluß nahe. Nach Beendigung der Versuche mit fremderregten Röhrensendern sind jetzt solche mit selbst-erregten Sendern in Angriff genommen worden. Zur Berechnung von Selbst- und Gegeninduktivitäten, bei der man bisher auf Probieren und mehrmaliges Ausrechnen der Formeln angewiesen war, ist ein bequemes nomographisches Verfahren ausgearbeitet worden.

Der zeitliche Spannungsverlauf in Röntgenröhren wurde mit der Braunschen Röhre untersucht. Das in der medizinischen Praxis meist übliche Kienböcksche photographische Dosierungsverfahren für Rönt-genstrahlen wurde dadurch verbessert, daß man das Fluoreszenzlicht und die Vergleichslampe auf das gleiche lichtempfindliche Papier ein-wirken läßt, wodurch alle Zufälligkeiten des photographischen Pro-zesses ausgeglichen werden. Gleichzeitig wird neuerdings die Härte der benutzten Röntgenstrahlen verzeichnet. Zum Eichen von Dosis-messern für Röntgenstrahlen nach Holthusen braucht man eine unbe-quem große Ionisierungskammer, da die Reichweite der Elektronen kleiner sein muß als die Weite des Gasraumes. Zu wesentlich kleine-ren Abmessungen gelangte man in der Reichsanstalt durch Konstruk-tion einer Ionisierungskammer für Druckluft von 25 at, bei welchem Druck die Reichweite der Elektronen entsprechend kleiner ist.

Versuche über Erwärmung von in die Erde eingegrabenen Dreh-stromkabeln in verschiedenen Jahreszeiten ergaben, daß bei hoher Be-lastung des Kabels die Übertemperatur im Gleichgewichtzustand stärker wuchs als die aufgewendete Energie. Die Untersuchung über die Win-kelfehler bei Induktionszählern, von denen in den beiden letzten Tätig-keitsberichten die Rede war, ist abgeschlossen und hat für die ver-schiedenen Zählerbauarten vollständige Aufklärung über die Gründe und Größe dieser Fehler gebracht.

Bei der Prüfung von elektrischen Maschinen wird die Temperatur-erhöhung der ruhenden Wicklungen aus der Widerstandzunahme er-mittelt, bei Wechselstromwicklungen in der Regel mittels der Thom-sonbrücke, die nach Abschaltung des Betriebstromes möglichst schnell anzulegen ist, wobei vier Leitungen angedrückt werden müssen. Beim Abrutschen einer der Leitungen erhält das Galvanometer einen gefähr-lichen Stromstoß. Es wurde daher ein Taster konstruiert, der das Gal-vanometer vor Stromstößen beim Abrutschen sichert und es ermöglicht, daß nur ein Mann das Anlegen der Leitungen besorgen kann. Die Un-tersuchung der Lagerreibung durch Messung der Dicke der Ölschicht bei Lagern wurde nach dem Verfahren der Beugungsstreifen weiter durchgebildet. Mit einem neu gebauten Apparat kann man die beiden rechtwinkligen Koordinaten der verlagerten Wellenachse gleich-zeitig ermitteln. Eine ausführliche Abhandlung darüber ist für diese Zeitschrift in Aussicht gestellt.

Die Versuche zur Herstellung eines verbesserten Werkstoffes für Dauermagnete sind abgeschlossen. Als günstiger erwies sich eine Legierung von Eisen mit 1 bis 1,3 vH C, 4 bis 5 vH Mn, 4 bis 5 vH Cr und 30 bis 33 vH Co; doch kommt man auch mit etwa 20 vH Co schon recht weit, was bei dem hohen Preis dieses Stoffes wichtig ist. Die von der Firma Fried. Krupp gelieferten Versuchsproben wurden bei verschiedenen Temperaturen in Wasser und Öl gehärtet und dann magnetisch (auch nach Erschütterung, Erwärmung usw.) geprüft. Das beste Material übertrifft in bezug auf Leistungsfähigkeit weitaus die besten Wolfram- und Chromstahlmagnete. Ein Material von guten magnetischen Eigenschaften und sehr geringem elektrischem Leitver-mögen wäre besonders für die drahtlose Telegraphie erwünscht. Es wurden deshalb Versuche mit Schmelzen aus Eisenoxyd, Kupferoxyd und Bleioxyd zu diesem Zweck begonnen.

Die Abteilung prüfte im Berichtjahr 1573 Versuchsgeräte, Ma-schinen, magnetische und Isolierstoffe und ließ 10 (von 15 eingereichten) neue Zähler- und Stromwandlersysteme und 12 abgeänderte Systeme zur Beglaubigung zu. Die sieben Prüfämter führten 46 169 Prüfungen aus.

Arbeiten der Abteilung III (Wärme und Druck).

Die zur Aufstellung einer guten Zustandsgleichung der Gase er-forderlichen Messungen der Isothermen von Stickstoff und Sauerstoff bei 0, 50 und 100 ° und Drücken bis 100 at sind abgeschlossen. Für weitere Beobachtungen bei höheren und tieferen Temperaturen soll ein Metall-piezometer ohne jedes Glasgefäß benutzt werden, mit dem zunächst Vergleichversuche bei 50 bis 100 ° mit Erfolg ausgeführt wurden. Der Sättigungsdruck von Sauerstoff wurde bis — 205 °, der von Stickstoff zwischen — 195 ° und — 205 ° mit zwei Heliumthermometern gemessen, deren Angaben auf 0,03 ° übereinstimmten. Die Versuche sollen bis zum Erstarrungspunkte des Stickstoffes fortgesetzt werden.

Das Emissionsvermögen von Wolfram wurde nach einer neuen Methode mit Wolframbogenlampen der Osram-Studiengesellschaft be-stimmt, bei denen die als Anode dienende Wolframkugel von 2,5 mm Dmr. mit einer feinen zylindrischen Bohrung versehen war. Im Glühzustand tritt aus dieser Bohrung „schwarze" Strahlung, während die Oberfläche der Kugel wie ein blanker Körper strahlt. Aus dem Verhältnis beider Helligkeiten ergab sich das Emissionsvermögen des Metalles, und zwar zwischen 2700 ° und 3400 ° unabhängig von der Temperatur. Als Schmelztemperatur des Wolframs wurde 3400 ° gefunden.

Die Messung des Druckabfalles in glatten Rohren hat ergeben, daß diese als Normalmeßgeräte für die Druckmessung an Stelle von Gasometern dienen können[2]). In Zusammenarbeit mit dem Ausschuß für Ventilatoren und Kompressoren des Vereines deutscher Ingenieure wurden daher Normaldüsen von 70, 140 und 200 mm l. W. auf dem

[1]) Nach Zeitschrift für Instrumentenkunde **43**, 61; 1923.

[2]) s. Z. 1922 S. 178 u. 861.

Versuchstand der Firma Danneberg & Quandt in Berlin-Lichtenberg an 70 und 100 mm weiten Messingrohren geeicht. Mit dem vorhandenen Ventilator konnte man dabei bis zu Luftmengen von 1800 m³/h kommen. Die Ergebnisse der Versuche sollen als Unterlage für die in Arbeit befindliche Neuausgabe der Regeln für Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren dienen. Die Konstanten der Gleichung des Druckabfalls sollen durch Versuche an Wasser mit den gleichen Röhren nachgeprüft werden.

Nach dem für Flüssigkeiten ausgearbeiteten Verfahren zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit wurden neuerdings keramische porige Stoffe in Plattenform untersucht; Luftschichten wurden dabei durch Paraffinierung der geschliffenen Oberflächen ausgeschaltet. Die Wärmeleitfähigkeit von 16 verschiedenen keramischen Stoffen lag bei 28° zwischen 0,85 und 1,35 kcal m^{-1} $Grad^{-1}$ h^{-1}. Die Ergebnisse der Messung des Wärmeleitvermögens von Kruppschem Nickelstahl mit 30 vH Nickelgehalt sind in Z. 1922 S. 688 veröffentlicht.

Versuche zur Bestimmung der Verdampfungswärme des Wassers oberhalb 10 at sind begonnen worden, unterstützt durch Mittel, die dem Verein deutscher Ingenieure von der Industrie zu diesem Zweck zur Verfügung gestellt worden sind. Die Untersuchungen über den Platinschmelzpunkt sind abgeschlossen worden und haben die Temperatur 1772° ergeben.

Die Prüftätigkeit der Abteilung ist fast auf allen Gebieten sehr gewachsen. Insgesamt wurden 10 498 Versuchsgeräte und Stoffe verschiedener Art geprüft, wozu noch etwa 6,4 Millionen Fieberthermometer kommen, die bei der Reichsanstalt und den Thermometer-Prüfanstalten unter ihrer Aufsicht geeicht wurden.

Arbeiten der Laboratorien für Radioaktivität, Chemie und Präzisionsmechanik.

Die im Berichtjahr geprüften 259 radioaktiven Präparate enthielten zusammen etwa 3 g Radium. Ferner wurden die Untersuchungen der β-Strahlenbahnen, der photographischen Wirkung von α- und β-Strahlen und der Zerstreuung der β-Strahlen fortgesetzt. Neu aufgenommen wurde die Untersuchung einer im Jahre 1914 bei Ballonfahrten erstmalig festgestellten kosmischen Strahlung.

112 verschiedene optische Glastypen der Firma Schott & Genossen, Jena, wurden auf natürliche und Verwitterungs-Alkalität geprüft, 17 Glasarten der Firma Goerz auf Fleckenempfindlichkeit. Weitere Untersuchungen bezogen sich auf das hydrolytische Verhalten von Hohlglas. Die thermische Salzsäureprobe für technisches Aluminium wurde unter zehnfacher Verdünnung der Salzsäure auf dünnes Aluminiumblech angewandt, das die mit der Probe in der ursprünglichen Form verknüpfte Tiefätzung nicht vertragen kann. Die kritische Untersuchung über die Analyse des technischen Wolframmetalles ist zum Abschluß gebracht. Das Fabrikat einer deutschen Glühlampenfabrik enthielt weniger als 0,5 vH Verunreinigung.

Das Präzisionsmechanische Laboratorium hatte im Berichtjahr 579 Gegenstände (darunter 367 Endmaße) zu prüfen. Unter den eingereichten Endmaßen befanden sich auch solche, die schon längere Zeit in der Werkstatt gebraucht worden waren. Die Endflächen waren fast durchweg so stark abgenutzt, daß die Maße um mehrere Tausendstel Millimeter verkürzt waren. Der Befund zeigte, daß die jetzt übliche große Meßgenauigkeit bei Gebrauchsätzen nur dann einen Sinn hat, wenn diese häufig nachgeprüft werden. Für Leitspindeln wurde ein Verfahren ausgearbeitet, das die Prüfung um über die Hälfte der bisher erforderlichen Zeit abkürzt. Zum Prüfen von Kegellehren wurde ebenfalls eine neue Anordnung konstruiert, mit der sich der Winkel auf 1 bis 2″ genau bestimmen läßt.

Auf Antrag einer großen Schwarzwälder Uhrenfabrik und einer deutschen Uhrfederfabrik begann das Laboratorium vergleichende Versuche an Pendeluhr-Zugfedern deutscher und ausländischer Herkunft, die sich auf das Drehmoment und seine Veränderung beim Federablauf sowie auf Ermüdungserscheinungen bei Dauerbeanspruchung beziehen. Von neuen Werkstatteinrichtungen für die feinmechanischen Arbeiten der Anstalt ist vor allem die Aufstellung einer neuen selbsttätigen Rundschleifmaschine zu erwähnen. [M 431] Max Jakob.

Wasserkraftanlagen.

Versenkwalzen für bewegliche Wehre.

Schon im Jahre 1914 hat die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Werk Gustavsburg, für eine Kraftanlage in der Elbe eine Versenkwalze ausgeführt, die die an bewegliche Wehre für Wasserkraftanlagen zu stellenden Sonderbedingungen am besten zu erfüllen versprach. Diese Bedingungen sind: Feinregelung, Schwemmsel- und Eisabführung bei geringstem Wasserverbrauch und bei geringer Beanspruchung der Unterbauten des festen Wehres. Bei Anordnung von Versenkwalzen wird vermieden, Doppelschützen allein oder neben Walzenwehren einzubauen, was zu verwickelteren, weniger betriebsicheren und kostspieligeren Einrichtungen und Wartungsmaßnahmen führen würde.

Bei der vollkommen versenkbaren Elbwalze, Abb. 1, wird die Sohlendichtung durch ein an der Walze befestigtes federndes und mit einer Holzleiste gesäumtes Blech gebildet. Die Holzleiste schlägt an die mit Eisen verkleidete feste Wehrschwelle an und wird durch eine Reihe von Stellschrauben gleichmäßig an die feste Wehrschwelle angedrückt. Die Stellschrauben werden für längere Zeit eingestellt, sobald die Walze unter Wasserdruck steht und die hierdurch bedingte Durchbiegung erfahren hat. Die Holzleiste braucht im allgemeinen nur bei Abnutzung nachgestellt zu werden.

Seit der Lieferung der Elbwalze hat das Werk Gustavsburg insbesondere die Abdichtung von Versenkwalzen weiter ausgebildet. Dabei konnte im allgemeinen davon ausgegangen werden, daß die Walzen nicht um die volle Walzenhöhe versenkt zu werden brauchen. In den meisten Fällen ist es gar nicht zulässig, in andern Fällen zu kostspielig, die hierfür erforderlichen tiefen Gruben in der Wehrschwelle auszusparen. Solche teilweise versenkbaren Walzen sind nun für verschiedene Anlagen der süddeutschen Wasserkraftstraßen vorgesehen und der MAN in Auftrag gegeben worden.

Bei einer der ersten Ausführungen wurde gefordert, daß der Schnabel der Verschlüsse um 0,4 m, bei einer andern um 1,1 m abgesenkt werden kann. Der untere Teil der als Zahnstange ausgebildeten Laufbahn ist so gekrümmt und der Schnabelansatz am Tragzylinder so gestaltet, daß beim Abwärtsbewegen der Walze der Schnabelansatz mit einem gleichbleibenden kleinen Abstand an der festen Wehrschwelle vorbeistreift, Abb. 2 und 3.

Bei der Ausbildung der Sohlendichtung sind empfindliche Teile vermieden. Wie bei normalen Walzen soll der Wasserdruck selbst dafür sorgen, daß sich die aus Eichenholz bestehende Dichtungsleiste dicht an der mit Eisenblech verkleideten Kante der festen Wehrschwelle anlegt. Diese Kante und der nach der Unterwasserseite hin anschließende Teil der festen Wehrschwelle sind so gestaltet, daß der Dichtungsbalken nur gerade in der Staulage anliegt und nach kurzem Senkweg nicht mehr schleift.

Abb. 1. Versenkwalze in der Elbe (Sohlendichtung alter Bauart).

Abb. 2. Versenkwalze mit Sohlendichtung neuer Bauart.

Abb. 3. Versenkwalze mit Sohlendichtung neuer Bauart, abgesenkt.

Damit der Druck des Oberwassers den Dichtungsbalken an die Wehrschwelle anpreßt, ist am unteren Schnabelende, Abb. 4, ein Wasserkasten a angeordnet, der fest mit der übrigen Konstruktion verbunden ist; nur die dem Oberwasser zugekehrte Kastenwand ist als federndes Blech b von 6 mm Dicke ausgebildet, das unten am Wasserkasten festgenietet ist und am oberen Rande den Dichtungsbalken c trägt. Anschlagbolzen verhindern, daß das Federblech nach beiden Seiten über ein gewisses Maß hinaus abgebogen werden kann. Dieses Maß ist durch die größte Durchbiegung der Walze unter dem Wasserdruck und durch die Sonnenbestrahlung gegeben. Das Oberwasser tritt durch einen Spalt zwischen dem Balken und der oberen Kastenwand in den Kasten ein und drückt das Federblech mit dem Dichtungsbalken fest gegen die Wehrschwelle. Der Spalt ist nur einige Millimeter weit, damit Schwimmkörper und Sinkstoffe nach Möglichkeit nicht in den Kasten eindringen können. Damit der Kasten sicher unter Oberwasserdruck steht, ist er an mehreren Stellen noch durch Wasserrohre d mit dem Oberwasser an einer höher gelegenen Stelle des Schnabels verbunden, s. a. Abb. 5. Hierdurch kann der Kasten auch von etwa eingedrungenen Sinkstoffen durch Ausspülen nach den sonst durch Schieber verschlossenen Walzenenden hin gereinigt werden.

Federbleche haben sich bei ähnlichen Konstruktionen schon seit .ren gut bewährt. Der Dichtungsbalken wird entweder in genau ,adem Zustand oder schon der unter dem Wasserdruck eintretenden l·chbiegung entsprechend eingearbeitet. Die Eisenverkleidung der f en Wehrschwelle kann auf alle Fälle genau wagerecht und gerade

Abb. 4. Sohlendichtung der Versenkwalze. a = Wasserkasten, b = federndes Blech, c = Dichtungsbalken aus Eichenholz, d = Wasserrohre zur Verbindung mit dem Abwasser, e = Sohlenbewehrung.

ςebaut werden. Etwa vorhandenen Unebenheiten und beim Einbau ‹standenen Ungenauigkeiten vermag der Dichtungsbalken unter dem ;rken Anpreßdruck ohne weiteres nachzugeben. Für die Gestaltung ‹ unterwasserseitigen Teiles der festen Wehrschwelle ist maßgebend, ‹l sich der Raum zwischen Wehrschwelle und Walzenschnabel stetig ‹eitert, damit auf keinen Fall Geschiebeteile oder sonstige Ab-lerungen hier liegen bleiben, sondern sicher über das Sturzbett hin-ıggerissen werden. [M 394]

Kraftmaschinen.

Gleichstrom-Schiffsdampfmaschine.

Die Gleichstrom-Schiffsmaschinen-Gesellschaft Karl Schmid & Co. i Hamburg baut einfachwirkende Vierzylinder-Gleichstromdampf-ıschinen, Abb. 5 bis 7, mit Leistungen von 60 bis 1000 PS, die sich l onders für den Antrieb von Schleppdampfern u. dergl., wo häufig (erlastungen vorkommen, eignen. Sie haben alle Vorzüge der Gleich-ommaschine, wie geringen Dampfverbrauch auch bei kleinen Leistun-ı, einfache, leicht umsteuerbare Dampfzufuhr und Betriebssicherheit, ı meiden aber andererseits den Nachteil der doppeltwirkenden stehen-ı Gleichstrommaschine, daß Wasserschläge nur schwer durch be-dere Sicherheitsvorkehrungen vermieden werden können.

Bei dieser Bauart von Gleichstromdampfmaschinen ist zunächst Form des Kolbens bemerkenswert. Sein innerer zylindrischer Teil nt als Kreuzkopf und hat nur die Drücke auf die Führung zu ertragen, während der äußere Teil des Kolbens von diesen Drücken lastet ist und nur die Abdichtung übernimmt. Der Übergang der rme vom Kolben auf das Triebwerk wird dabei wesentlich er-wert, und das beim Anfahren in den Zylinder herablaufende Nieder-lagwasser kann einfach abgeleitet werden. Der allen vier Zylindern neinsame obere Raum *a* des Maschinengehäuses bildet den durch e weite Leitung mit dem Kondensator rbundenen Auspuffraum, während der tere ebenfalls ganz geschlossene Raum *b* s Triebwerk einschließt. Durch die An-ndung von vier gleichen Zylindern wird ı weitgehender Massenausgleich erzielt. e Kurbeln des ersten und zweiten sowie jenigen des dritten und vierten Zylin-rs sind gegeneinander um 180⁰, die bei-n Paare selbst um 90⁰ versetzt. Die euerventile im Zylinderdeckel werden, mit sie auch bei wechselnden Drücken er Temperaturen dauernd abdichten, ein-zig, und zwar bei mittleren und großen schinen als entlastete, bei kleinen Ma-ninen als einfache, nicht entlastete Tel-ventile ausgeführt. Sie werden durch nkelhebel *c* mit Rollen geöffnet, die auf ıer auf der wagerechten Steuerwelle ver-iebbaren Nockenwalze laufen. Die euerwelle wird durch zwei Paare von hraubenrädern und eine stehende Zwi-ıenwelle von der Kurbelwelle aus ange-eben. Die besonderen Verhältnisse des hiffsantriebes ermöglichen eine recht ıfache Steuerung. Die verschiebbaren ckenwalzen bestehen aus je drei ızelnen Nockenscheiben für 10, 15 d 20 vH Füllung und zwei wei-en Manövriernocken für je 65 vH llung bei Vorwärts- und Rück-wärtsgang. Bei 10 vH Füllung und voll geöffnetem Absperrventil gibt die Maschine bereits ihre Nennleistung ab, die dem Betriebszustand bei Marschgeschwindigkeit entspricht. Größere Füllungen kommen nur bei Sonderfällen, z. B. beim Abschleppen oder Bugsieren in Betracht. Bei 20 vH Füllung beträgt aber die Mehrleistung bereits 80 vH. Dies zeigt deutlich die Überlegenheit der Gleichstrommaschine gerade für solche Zwecke gegenüber den bisher gebräuchlichen Dreizylinder-Verbundmaschinen, deren Überlastbarkeit wegen der schon bei der Nennleistung sehr großen Hochdruckfüllung meist nicht über 30 vH erreicht. Um die Füllung zu ändern, hebt man durch Umlegen des Stellhebels *d* die Rolle des Winkelhebels *c* von der Nockenscheibe ab, verschiebt dann die Nockenwalze auf der Steuerwelle durch Drehen des Handrades *e* und bringt darauf den Hebel *d* wieder in die Betriebstellung. Während der Fahrt läßt sich die Nockenwalze auch ohne Umlegen des Hebels leicht verschieben. Das Umsteuern geht somit sehr leicht und schnell von statten. Auch bei den größten Maschinen sind keine besonderen Umsteuermaschinen erforderlich, und trotzdem kann man in 3 bis 4 s von „Vollvorwärts" auf „Vollrückwärts" übergehen. Durch das zweite kleinere Handrad *f* wird das Hauptabsperrventil betätigt. Seine Stellung sowie auch die augenblickliche Füllung sind an Zeigervorrichtungen erkennbar.

Abb. 5. Vierzylinder-Gleichstromdampfmaschine Bauart K. Schmidt.

Die völlig geschlossene Bauart und eine Druckschmierung mit Ölumlauf, Filter und Ölkühler vermindern auch den Ölverbrauch erheblich. Die Wartung ist einfacher als bei einer gewöhnlichen Drei-

Abb. 6 und 7. Längs- und Querschnitt durch die Gleichstrom-Schiffsdampfmaschine.

fachverbundmaschine und die Betriebsicherheit besonders groß. Wasserschläge sind fast ausgeschlossen, und die hohe Überlastbarkeit ermöglicht, in Fällen von Gefahr sehr rasch und wirksam zu manövrieren. Tritt dennoch einmal Maschinenschaden ein, so läßt sich der betreffende Zylinder in kurzer Zeit ausschalten und der Ausfall an Leistung durch Vergrößern der Füllung um 5 vH ausgleichen.

Abgesehen von den Vorteilen der Bauart für die Massenherstellung ist günstig, daß sich die mitzuführenden Ersatzteile auf einen Satz Kolbenringe, ein Steuerventil und einen Steuerhebel beschränken, wenn bei der Herstellung der Maschine auf Austauschbarkeit geachtet wird.

Die Kondensation wird stets unabhängig von der Hauptmaschine durch einen besonderen Dampfzylinder angetrieben, dessen Abdampf nicht in den Kondensator eingeführt, sondern zum Anwärmen des Speisewassers verwertet wird. Diese völlige Trennung von der Hauptmaschine ist für die Gleichstrommaschine von besonderem Wert, da man auf diese Weise auch schon vor dem Anfahren hohe Luftleere im Kondensator erzielen kann.

Abb. 8. Schiffslichtmaschine mit Kolbensteuerung Bauart Franz Beyer & Co.

Als Hauptgrund für die Wahl der einfachwirkenden Bauart neben der Beseitigung der Wasserschlaggefahr ist der damit erreichbare dauernd ruhige Gang der Maschine anzusehen, der auch durch Abnützung der Lager, Veränderung des Voreintritts u. a. nicht beeinflußt wird. Gegenüber der stehenden doppeltwirkenden Gleichstrommaschine ist auch die tiefe Lage des Schwerpunktes und die günstige Verankerungsmöglichkeit von Vorteil, so daß der Nachteil verhältnismäßig großen Gewichtes dagegen zurücktritt.

Eine erste Versuchsmaschine dieser Art von 300 PS wurde schon vor mehreren Jahren in den Schlepper „Coriolan" eingebaut, der zunächst bei der kaiserl. Werft in Wilhelmshaven erfolgreich gearbeitet hat und jetzt als Seeschlepper „Else" der Reederei Sieg & Co. in Danzig gehört. Auch die Firma Smulders & Co. in Utrecht führt diese Maschinen mit einer eigenen Zweiexzenter-Umsteuerung in Verbindung mit Kerchove-Kolbenventilen aus.

Als Schiffslichtmaschinen werden Gleichstrommaschinen dieser Art von der Erfurter Maschinenfabrik Franz Beyer & Co. mit Kolbenschiebersteuerung in vier Größen von 8,5 bis 50 PS Leistung bei 13 at Dampfdruck hergestellt, Abb. 8. [1284] Fr.

Luftfahrt.

Normen im Flugzeugbau.[1])

Wirtschaftlicher Bau von Luftfahrzeugen ist ohne durchgebildete Normen undenkbar. Als während des Krieges monatlich Tausende von Flugzeugen gebaut wurden, hat man in allen kriegführenden Ländern unter dem Zwang der Verhältnisse Normenausschüsse eingesetzt und im Ausland die bekannten „Weltflugnormen" zusammengestellt, die sich insbesondere mit der Vereinheitlichung von Rohstoffen befassen. In Deutschland waren solche Normenarbeiten weniger angebracht, weil die Rohstoffknappheit zur Verwendung vieler wechselnder Ersatzstoffe zwang. Dafür bemühte man sich bei uns um so mehr um die Normung der bei allen Flugzeugen fast regelmäßig wiederkehrenden Bauteile. Der Normenausschuß der Deutschen Flugzeug-Industrie, dessen Geschäfte die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt führte, hat eine Reihe Normenblätter herausgegeben, die von der Heeresverwaltung allgemein eingeführt werden sollten. Heute muß der Staat zwar als Besteller ausfallen und sich damit begnügen, den Luftverkehr zu unterstützen. Aber auch diese Unternehmungen werden im Interesse der Wirtschaftlichkeit ihrer Betriebe die auf Grund mühsamer Verhandlungen ausgebildeten Normen einführen und die Normung weiter fortsetzen müssen. Der Zeitpunkt hierfür ist jetzt besonders günstig, wo die Luftverkehr-Gesellschaften ihre Bestände an ehemaligen Kriegsflugzeugen abstoßen und neue Flugzeuge in Dienst stellen. Die bösen Erfahrungen, welche die Heeresverwaltung mit den zahlreichen Bauarten demselben Zw[eck] dienender Teile gemacht hat, sollten Beschlüsse dieser Art veranlass[en], ehe es zu spät ist.

Bei kleinen Reihen gleicher Baumuster, die für unsern Luftver[kehr] zunächst in Betracht kommen, ist allerdings der Gewinn an sol[che]n Normen zunächst unbedeutend; er muß aber fühlbar werden, wenn [d]ie Beziehungen der Gesellschaften, die in Deutschland neuerdings [de]n Luftverkehr gemeinsam betreiben, zu den Gesellschaften des Ausla[nde]s weiter ausgebildet werden und die Zahl der in Dienst stehenden F[lug]zeuge größer wird. Infolge der geringen erforderlichen Mengen ist h[eute] auch die Beschaffung einzelner Bauteile für Flugzeuge sehr schwi[eri]g und zum Teil fast unmöglich. Auch hierin darf man von der [Ein]führung von Normen wesentliche Besserung erwarten. [M 42]

[1]) Aus der Antrittvorlesung von Prof. Dr.-Ing. W. Hoff an der Techn. Hochschule Berlin am 16. Mai 1923.

Eisenhüttenwesen.

Gemeinschaftssitzung der Fachausschüss[e] des Vereines deutscher Eisenhüttenleut[e]

Die diesjährige Sitzung, die am 13. Mai in Hagen stattfand, st[and] im Zeichen der angewandten Wissenschaft. Professor Dr.-Ing. [...] Goerens, Leiter der metallurgischen Betriebe [un]d wissenschaftlichen Abteilungen der Firma Fried. Kr[u]p[p] A.-G., Essen, behandelte das Thema

Industrieforschung.

Darunter wird jener Zweig der angewandten Wiss[en]schaft verstanden, der seine Aufgaben der Industrie e[nt]nimmt und rein wissenschaftliche Ergebnisse prakti[sc]h nutzbar macht. Der Vortragende wandte sich gegen [di]e vielfach übliche Auffassung von „Praxis und Wiss[en]schaft" als Gegensätze, während sie in Wahrheit zus[am]mengehören. Er wies am Beispiel der chemischen [In]dustrie nach, wie nur ein gegenseitiges Befruchten [un]d Hand-in-Hand-Arbeiten wirklich große Erfolge zeiti[ge]n könne. Im Ausland hat man während des Krieges [di]e Überlegenheit unsrer Industrieforschung gespürt und n[ac]h dem Krieg insbesondere in Amerika und England du[rch] großzügige Stiftungen und staatliche Unterstützun[g] Forschungseinrichtungen geschaffen, die den unse[re]n nunmehr weit überlegen sind. Ähnliches zu schaffen si[nd] wir zu arm, hier kann uns nur engste Gemeinschaf[ts]arbeit unsere alte Stellung erhalten helfen.

Im Zusammenhang hiermit schilderte der Redner e[in]gehend das von Dr.-Ing. K. Daeves, Düsseld[orf], vorgeschlagene und für die Industrieforschung an[ge]wandte Verfahren der Großzahlforschung[2]). Es handelt si[ch] kurz gesagt, darum, sehr große Mengen an sich sehr ungenauer Zahl[en] über irgendeine Eigenschaft, wie sie in jedem Betrieb über die ch[e]mische Zusammensetzung der Erzeugnisse, über die Festigkeits- o[de]r physikalischen Eigenschaften vorliegen, derart auszuwerten, daß m[an] aus ihnen mit derselben, ja bei sehr großen Zahlen sogar noch größe[re] Genauigkeit Ergebnisse bekommt, die sonst nur durch langwierige, r[ein] wissenschaftliche Forschungen erhältlich sind. Da die Genauigkeit [de]r Ergebnisse um so höher wird, je größere Zahlenmengen zur Verfügu[ng] stehen, hält Goerens eine Gemeinschaftsarbeit aller Werke, Hochschul[en], Universitäten und Forschungsinstitute in dieser Richtung in einh[eit]licher Zusammenfassung für unbedingt erforderlich.

Von dem Gedanken ausgehend, daß ein Gedeihen unsrer Produ[k]tionsbetriebe nicht lediglich von der Bewirtschaftung der toten Stof[fe], von guter Betriebsorganisation sowie dem Fortschritt wissenschaftlic[her] Forschung abhängig ist, daß vielmehr heute menschliche Leistun[gs]fähigkeit und Arbeitsfreude mehr denn je im Produktionsprozeß ei[ne] entscheidende Rolle spielen, forderte Ingenieur Arnhold, Gels[en]kirchen, in seinem Vortrag über

Heranbildung hochwertiger Facharbeiter für Hüttenwerke

eine Erhöhung des menschlichen Wirkungsgrades durch Ausschaltu[ng] aller körperlichen und geistigen Hemmungen und Einschaltung von [In]telligenz und andren menschlichen Triebkräften in den Arbeitsproz[eß].

Als Grundlage für seine weiteren Ausführungen schilderte er [d]ie in zweijähriger Praxis gewonnenen Erfahrungen bei der Heranbildu[ng] eines hochwertigen Industriearbeiter-Nachwuchses in den Werkstätt[en] der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G., Abteilung Schalke. Besonder[es] Interesse erweckten dabei seine Ausführungen über geleistete E[r]ziehungsarbeit zum aufrechten, lebensfrohen Menschen außerhalb d[er] eigentlichen Arbeitstätten.

Den Mittelpunkt der Ausführungen bildete sodann die Übertr[a]gung dieser Gedankengänge auf die Ausbildung qualifizierter Hütte[n]arbeiter sowie einer starken geistigen Oberschicht von Bergleuten. F[ür] beide Arbeitergruppen forderte er eine regelrechte vierjährige Lehrz[eit] und legte Werdegang und Ausbildungseinrichtungen in ihren Umriss[en] fest. Aber auch für die dann noch verbleibende große Zahl v[on] jugendlichen Hilfsarbeitern forderte er eine einjährige Anlernzeit [in] den Lehrwerkstätten, damit auch sie wenigstens einen Grundstock v[on] elementaren Handfertigkeiten und Fähigkeiten erwerben, der sie b[e]fähigen soll, in den eigenen Betrieben oder auch sonstwie im Leb[en] mehr als Durchschnittliches leisten zu können.

Im Interesse des Wiedererstarkens unserer Industrie wäre es [zu] wünschen, wenn die Ausführungen Arnholds auf fruchtbaren Bod[en] fallen würden. [M 435]

[2]) Näheres hierüber wird in einem der nächsten Hefte Dr.-Ing. Dae[ves] selbst berichten.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Die wirtschaftliche Lage der amerikanischen Industrie.

Nach Beendigung des wiederholt an dieser Stelle besprochenen rgarbeiterausstandes wurde in den Vereinigten Staaten die United ates Coal Commission eingesetzt, die u. a. bei zukünftigen Streitigiten zu vermitteln hat.

Die zum allergrößten Teil im Privatbesitz befindlichen Gas- und ektrizitätswerke einschließlich der elektrischen Bahnen haben Anng dieses Jahres an die erwähnte Kohlenkommission eine Eingabe richtet, in der Maßnahmen verlangt werden, die Sicherstellung, hutz und die Möglichkeit der Weiterführung auch während der Ausinde gewährleisten. Aus dieser Eingabe verdient u. a. folgendes hlenmaterial großes Interesse:

Etwa ein Drittel des gesamten von der amerikanischen Industrie rbrauchten Stromes wird von allgemeinen Kraftzentralen geliefert. Jahre 1921 betrug die Zahl der Abnehmer von Strom für Beleuchngs-, sowie für gewerbliche und industrielle Zwecke mehr als zehn llionen. Der Gasverbrauch im Jahre 1921 überstieg 360 Milliarden ıbikfuß, die mehr als neun Millionen Kunden zugeführt wurden. Im hre 1917 beförderten die Straßenbahnen über elf Milliarden und im hre 1922 fünfzehn Milliarden Fahrgäste.

Zur Zeit ist in diesen drei Industrien ein Kapital von mehr als völf Milliarden Dollar angelegt, das zum allergrößten Teil in Privatnden liegt. Der große Aufschwung, den gerade diese Erwerbzweige üben genommen haben, soll auf die hierdurch mögliche persönliche itiative zurückzuführen sein. Ausdrücklich wird dieser Gesichtspunkt der Eingabe hervorgehoben und vor allen Verstaatlichungsversuchen warnt.

Wird das verflossene Jahr in seiner Gesamtheit angesehen, so gibt sich, daß sich die wirtschaftliche Lage in Amerika wohl gessert hat, daß sie aber noch lange nicht durchsichtig ist. Die Anfang eses Jahres durch die Ruhrbesetzung eingetretene weitere Verschlechrung der europäischen Wirtschaft kommt natürlich Amerika zugute, er auch dort gibt es noch immer sehr viele Arbeitslose, steigende eise und höhere Löhne. Die Kleinhandelskennzahl war im März 1923 n 49 vH höher als vor dem Kriege; die Durchschnittswochenlöhne trugen 26,92 $ und waren damit um 71 c höher als im Januar 1923. otz der stetigen Besserung der Lage war doch im letzten Viertel s Jahres 1922 die größte Zahl der angemeldeten Konkurse zu verichnen. In dieser Zeit erfolgten 22 400 Zusammenbrüche!

Schließlich ist noch auf einen Punkt einzugehen, der in amerikaschen Industriekreisen mit größter Besorgnis verfolgt wird. In einlnen Industriebezirken, wie z. B. in den Neu-Englandstaaten, besteht n ziemlicher Mangel an gelernten und ungelernten Arbeitskräften. lle Eingaben an die Regierung, die Einwanderungsbeschränkungen fzuheben, sind bisher abgelehnt worden; es ist nur zugestanden worn, sie in Zukunft wenigstens nicht noch mehr zu verschärfen. Einerits, um diesen Mangel an Arbeitskräften zu beheben, anderseits, weil e Baumwollernte im letzten Jahr sehr gering war und zwischen n weißen Besitzern und ihren schwarzen Angestellten größere Meingsverschiedenheiten in politischer und finanzieller Hinsicht bestehen, t eine starke Abwanderung von Negern von Süden nach Norden verspüren, die alle Kreise mit Besorgnis erfüllt. Besondere Maßhmen werden vorbereitet, um hier einen Stillstand der Abwanderung erzielen, die unter Umständen zu größeren Verwicklungen in manerlei Hinsicht führen könnte[1]). [W 211]

[1]) Quellen: Industrial-Economic Conditions in the United States, Bulletin No. 10, und Outline of the Presentation to be made to the United States Coal Commission by the Joint Fuel Committee u. a.

Bestrebungen zur Herabsetzung der Eisenbahntarife für komprimierte Gase.

Die bei der Metallbearbeitung verwendeten komprimierten Gase: uerstoff, Wasserstoff und Azetylen, sind für die deutsche Volkswirthaft von unschätzbarer Bedeutung, da die Metallbearbeitung sich bei erwendung dieser Gase wesentlich billiger stellt, als dies bei den üheren Arbeitsverfahren der Fall war. Die Bedeutung dieser Verfahren is zeit- und stoffsparend ist um so größer, je mehr die eisen- und ahlverarbeitenden Industrien und das Handwerk mit hohen Kohlen- nd Gaspreisen und immer höher werdenden Kosten infolge des Beges elektrischer Energie belastet werden. Die autogene Metallarbeitung ist gerade unter den heutigen Verhältnissen berufen, Zeit ı sparen und unserer schwer kämpfenden Industrie und dem in hwerster Not befindlichen Handwerk wertvollste Mittel rationeller rbeitsverfahren in die Hand zu geben.

Beim Versand von komprimierten Gasen ergeben sich aber außerewöhnlich hohe Frachten. Dies ist darauf zurückzuführen, daß zum ersand dieser komprimierten Gase, die an sich ein sehr geringes Geicht haben, starke Stahlflaschen mit einem Gewicht von durchschnittch 75 kg verwendet werden müssen. Man kann sagen, daß für einen ewichtsteil komprimierter Gase zehn Gewichtsteile als Verpackung ur Verfrachtung gebracht werden müssen, mit andern Worten, daß an für die zur Verwendung kommenden Produkte eine z e h n m a l ö h e r e Fracht bezahlen muß als für die im allgemeinen zum Versand ommenden Güter, die mit wenigen Ausnahmen fast mit 100 vH in der erbraucherstätte verarbeitet werden.

Hierdurch war man in der Vorkriegzeit bereits gezwungen, die Erzeugungstellen in der Nähe der Verbraucherstellen zu errichten. Bei Verfrachtungen über mehr als 200 km ergab sich, daß der Bezug von komprimierten Gasen infolge der hohen Frachtkosten unrentabel war.

Die gleichen Verhältnisse haben sich auch in der Kohlensäureindustrie bereits vor dem Kriege und in noch stärkerem Maße in der Zeit nach dem Kriege bemerkbar gemacht. Der Gewichtsunterschied zwischen Gasen einerseits und Stahlflaschen anderseits ist aber bei Sauerstoff, Wasserstoff, Azetylen, Stickstoff und Luft noch ungünstiger als bei Kohlensäure. Viele kleinere Verbraucher — in erster Linie die durch die derzeitigen Verhältnisse schwer geprüften Handwerker — sind kaum mehr in der Lage, die komprimierten Gase zu beziehen und die autogene Metallbearbeitung auszuüben, da die hohen Kosten, die durch den Bezug der Gase entstehen, nicht mehr aufgebracht werden können. Diese Stellen sind gezwungen, zu dem früheren primitiven und sehr unwirtschaftlichen Arbeitsverfahren zurückzukehren, wodurch die deutsche Volkswirtschaft auf das empfindlichste geschädigt wird.

Die nachstehende Aufstellung, bei der ein Durchschnittspreis zugrunde gelegt ist, zeigt, welch wichtigen und für viele Verbraucher ausschlaggebenden Faktor die Frachtkosten bilden.

Entfernung	Frachtkosten für 100 kg in Mark			Durchschnittspreise für komprimierte Gase am 15. Februar 1923 in Mark		Frachtanteil in
km	volle Flaschen	leere Flaschen	zusammen	für 1 m³	für 100 kg (7,5 m³)	vH
Stückgut:						
50	3 326	1 977	5 303	3 110	23 325	22,74
100	5 570	3 414	8 984	3 110	23 325	38,52
200	9 616	5 998	15 614	3 110	23 325	66,95
5 t:						
50	3 104	1 574	4 678	3 110	23 325	20,06
100	5 450	2 516	7 966	3 110	23 325	34,15
200	9 616	4 210	13 826	3 110	23 325	59,23
10 t:						
50	2 832	1 302	4 134	3 110	23 325	17,73
100	4 998	2 084	7 082	3 110	23 325	30,36
200	8 840	3 536	12 376	3 110	23 325	53,06

Die vorstehenden Ausführungen zeigen zur Genüge, daß eine frachtliche Besserstellung für die komprimierten Gase dringend erforderlich ist. Industrie- und Handwerkerkreise, die sich für die autogene Metallbearbeitung eingerichtet haben, und die infolge der Verteuerung der Gase nicht mehr in der Lage sind, diesen Betrieb aufrecht zu erhalten, haben daher an die „Ständige Tarifkommission“ bei der Deutschen Reichsbahnverwaltung eine entsprechende Eingabe eingereicht, die eine weitgehende Unterstützung im volkswirtschaftlichen Interesse verdient. [W 208]

Die achte Frankfurter Internationale Messe.

Es war von vornherein zu erwarten, daß die diesjährige Frankfurter Frühjahrsmesse (15. bis 21. April) kaum ein günstigeres Gesamtbild des Wirtschaftslebens zeigen würde als die Leipziger Frühjahrsveranstaltung. Diese Erwartung ist dann auch eingetroffen. Denn solange die Quelle jedes geschäftlichen Erfolges, das freie Spiel der Kräfte, künstlich verstopft ist, kann eine Messe ihrer Aufgabe, Angebot und Nachfrage wirksam zusammenzufassen, nicht voll gerecht werden. Immerhin wollen einzelne Zweige der Handels- und Industriewelt, so die Textilhändler, die Schuh- und Lederindustrie und der Fahrzeugbau, gegenüber der Leipziger Messe eine gewisse Geschäftsbelebung festgestellt haben, der allerdings die gerade in die Messezeit fallende plötzliche Erschütterung der Mark rasch wieder ein Ende setzte. Die Aussteller im Hause der Technik[1]) litten am meisten unter der politischen und wirtschaftlichen Unsicherheit, weil naturgemäß alle einigermaßen Kapital beanspruchenden Produktionsmittel bei der herrschenden Geldknappheit nur wenig verlangt wurden. Äußerst störend machte sich auch die Abschnürung des rheinisch-westfälischen Industriebezirkes bemerkbar, die manchem Aussteller eine Beschickung unmöglich machte. An einigen leeren Ständen las man das vielsagende Plakat: „Messemuster von den Franzosen beschlagnahmt.“

Die um die Festhalle gruppierten Messegebäude hatten durch Eröffnung des neuen Hauses „Schuh und Leder“ eine erhebliche Erweiterung erfahren. Leider konnte der Plan, die Querhallen des Hauses der Technik aufzustellen, bisher nicht verwirklicht werden. Hoffentlich gelingt dieser Ausbau bis zum Herbst. Frankfurt wird dann mit dem großartigen Haus der Technik ein erfolgversprechender Anreiz für die technische Ausstellerwelt sein. [W 201] E. Z o p f.

[1]) T. u. W. 1922 S. 532.

Amerikanische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 99.

Letzte Werte:

Kohle . . am 8. Mai	5,00 $/ton	Kupfer . . . am 23. Mai	15,56 c/lb	Pfd. Sterling . am 23. Mai	4,6312 $/£
Eisen . . am 8. Mai	57,50 $/ton	Baumwolle . am 23. Mai	28,40 c/lb	Mark . . . . am 23. Mai	0,0019 $/ℳ

Die Preise für Kohle, Kupfer, Baumwolle und Weizen sind im Absteigen begriffen; insbesondere ist der Rückgang des Preises für Kohle um rd. 12 vH bemerkenswert. Der Stabeisenpreis ist um rd. 3 vH erhöht worden.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel: (vergl. S. 379)

Kupfer . . . . am 23. Mai	20230 ℳ/kg	Dollar . . . . am 24. Mai	55050 ℳ/$
Baumwolle . . am 23. Mai	37554 ℳ/kg	Aktienziffer . am 18. Mai	2211665

Kapitalaufnahme der deutschen Industrie.

Im März dieses Jahres wurden nach den Aufzeichnungen des Bank-…ses Schwarz, Goldschmidt & Co. insgesamt 14 386 Mill. ℳ Aktien …gen 16 115 Mill. ℳ im Monat Februar beansprucht; dieser Rückgang ist … die wesentlich geringere Ausgabe von Stammaktien zurückzuführen; … der Beanspruchung von Vorzugsaktien ist eine allerdings nur ge-…fügige Zunahme zu verzeichnen. Der Kapitalbedarf seit Beginn des …res zeigt folgendes Bild (in Mill. ℳ)[1]:

in Mill. M.	Stamm-aktien 1923	Vorzugsaktien m. mehrf. Stimm-recht 1923	Vorzugsaktien m. einf. Stimm-recht 1923	insgesamt 1923
…nuar	10 322	321	160	10 803
…ruar	15 359	357	399	16 115
…rz	13 559	424	403	14 386
	39 240	1 102	962	41 304

[W 1991]

Was bedeuten 30 Milliarden Goldmark?

Die deutsche Regierung hat als endgültige Reparationssumme — …ßer den bisher geleisteten 50 Milliarden Goldmark — 30 Milliarden …ldmark angeboten, unter der Voraussetzung, daß Deutschland eine …ernationale Anleihe gewährt wird. Die Entente hat dies abgelehnt …l verlangt, abgesehen von Garantien, die die Selbständigkeit des …utschen Reichs vollständig aufheben, Summen, die weit über das …tsche Angebot hinaus gehen. 30 Milliarden Goldmark — das ist …e Summe, die keine Volkswirtschaft in flüssigem Gelde aufzuweisen …, die man also nicht ohne weiteres von einem Lande aufs andere …rtragen kann. 30 Milliarden Goldmark sind der zehnte Teil des ge-…nten deutschen Vermögens vor dem Kriege; d. h. nachdem wir be-…its über 50 Milliarden Goldmark abgeliefert haben, würden unsere …amten Leistungen — mit Ausnahme noch der Gebietsver-…ste im In- und Ausland! — mehr als ein Viertel des gesamten …tschen Vermögens ausmachen. 30 Milliarden Goldmark liefern, heißt …h einmal alle die Leistungen vollbringen, die bisher aus vorhan-…nen Vermögensbeständen geliefert wurden, d. h. wir müßten noch …mal einen Wert hergeben, der dem Wert der gesamten Saargruben, … Handelsflotte von 1914, der ausgelieferten Binnenschiffe, der fort-…nommenen Überseekabel, des liquidierten deutschen Privateigentums … Auslande, des abgetretenen Staatseigentums im In- und Auslande, … gesamten ausgelieferten Eisenbahnmaterials, der abgelieferten Wert-…piere usw. entspricht[2]).

Deutschland kann natürlich unmöglich noch einmal derartige Lei-…ngen auf einmal vollbringen. Es bietet aber an, diese Summe all-…hlich zu zahlen, langsam abzuarbeiten. Es bietet den ehemaligen …iegsgegnern die Möglichkeit eines sichern, gewinnreichen Kreditge-…äftes, und die Entente würde durch Annahme des deutschen Vor-…lages Europa und der Welt den ersehnten Frieden schenken.

[1]) Die Zahlen über die Ausgabe neuer Obligationen werden nicht mehr ver-…entlicht, da auf dem Obligationenmarkt durch die zunehmende Ausgabe „wert-…ständiger“ Papiere kein einheitlicher Charakter mehr herrscht, des weiteren …ch auf Papiermark lautende Obligationen immer seltener ausgegeben werden.

[2]) s. Z. S. 474.

BÜCHERSCHAU.

…e Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt z. Zt. 3000.

…e Wasserturbinen und Turbinenpumpen. Von Dipl.-Ing. R. Tho-…mann, Professor an der Technischen Hochschule Stuttgart. 2. voll-…ständig umgearbeitete Auflage. Erster Teil. Stuttgart 1922, Konrad Wittwer.

Das Werk soll in erster Linie die Studierenden in das Sonder-…biet des Wasserturbinen- und Turbinenpumpenbaues einführen. Der …rfasser geht beim Aufbau seines Werkes von dem Gedankengang …s, daß eine gleichmäßige Ausbildung der Studierenden in allen Haupt-…chern bei der heutigen ungeheuren Vielseitigkeit der technischen …issenschaften kaum mehr möglich ist. Der vom Verfasser im Vorwort …twickelte und planmäßig auf das Buch angewandte Lehrgedanke, … erforderliche Gründlichkeit wenigstens auf einem wichtigen Gebiete …er in nur wenigen Fächern zu erreichen, so daß der so Vorgebildete …äter auch in irgendeiner andern auf der Schule weniger gepflegten …chtung die anerzogene gründliche Arbeitsweise anwenden kann, …irfte wohl das Richtige sein.

In folgerichtiger Durchführung dieses vorangestellten Lehrgedan-…ns trennt der Verfasser den umfangreichen Stoff seines Themas in …ei Teile; einen ersten, der „einen Überblick über das Gebiet und die …ssenschaftlichen Grundlagen desselben in großen Zügen vermitteln, …d einen zweiten, der mehr in die Tiefe, in die Einzelheiten gehen, wie die genauere Berechnung und die Konstruktion lehren soll.“

Der erste Teil liegt hier vor. Der Verfasser gibt eine einleitende …ersicht über die verschiedenen Bauarten der Wasserturbinen, ihren …nbau und die Anordnung bei den verschidensten Gefällverhältnissen, …rehzahlen, Wassermengen, und bringt dazu viele lehrreiche, praktisch …sgeführte Beispiele.

Der erste Hauptabschnitt beschäftigt sich dann mit den grundlegenden Untersuchungen aus der Hydraulik. Unter Benutzung der üblichen vereinfachenden Annahmen führt der Verfasser den Studierenden in die für den Turbinenbau wichtige Lehre von der Wasserströmung ein, wobei er mit Recht sein Hauptaugenmerk darauf richtet, die Erkenntnis der Eigenschaften der Maschinen bei den verschiedensten Betriebszuständen zu fördern. Die für das Entwerfen der Wasserturbinen so überaus nützlichen und übersichtlichen Diagramme sind ausführlich dargelegt.

Im nächsten Hauptabschnitt wird dann die Anwendung der gewonnenen theoretischen Grundlagen auf die Konstruktion der Turbinen gegeben. Einzelabschnitte befassen sich mit dem Verhalten der Turbine bei verschiedenen Umfangsgeschwindigkeiten und mit der Regulierung auf verschiedene Wassermengen. In Anbetracht der Wichtigkeit der Regulierung für den Turbinenbetrieb hätte ihre Darstellung vielleicht etwas ausführlicher gehalten werden können; es ist zu hoffen, daß der Verfasser im zweiten Teil seines Werkes noch eingehender darauf zurückkommt.

In den beiden letzten Abschnitten werden noch die Turbinenpumpen und die Konstruktion der Schaufelungen besprochen.

Das Buch ist klar und anregend geschrieben und bringt auch die für ein weiteres tieferes Eindringen in das große Gebiet dieser wichtigen Maschinengattung erforderlichen Literaturhinweise und Beispiele ausgeführter Anlagen. Die Ausstattung ist durchaus gut, das Figurenmaterial klar und übersichtlich zusammengestellt. Man kann das Buch jedem, der sich auf dem Sondergebiet der Wasserturbinen unterrichten will, besonders aber den Studierenden, nur empfehlen. [B 1650]

[B 1650] Dipl.-Ing. Strödter.

Das Ätzen der Metalle und das Färben der Metalle, Lehrbuch der Oberflächenbehandlung der Metalle und Legierungen für künstlerische, kunstgewerbliche und industrielle Zwecke. Von G. Buchner. Dritte Auflage. Berlin 1922, M. Krayn. 207 S. mit einigen Abb.

Der Verfasser behandelt in diesem Buch ausführlich die Verfahren zum Ätzen der verschiedenen Metalle und Legierungen, vorbereitend die in Betracht kommenden Eigenschaften der Metalle, die Ätzmittel, den Deckgrund, die Übertragung der Zeichnungen auf das Metall und die verschiedenen Ätzverfahren. Der zweite Teil bringt eine Auswahl der in Buchners größerem Werk über Metallfärbung beschriebenen Verfahren zur chemischen, elektrochemischen und mechanischen Metallfärbung, nach Metallen geordnet. Die Auswahl wird dem praktischen Metallfachmann besonders erwünscht sein, da das genannte größere Werk Buchners die Auswahl sehr erschwert. Auch als Lehrbuch für kunstgewerbliche und andere Fachschulen ist das Buchnersche Buch seines geringeren Umfanges wegen geeigneter als das große Werk. Die Herausgabe dieses kleineren, aber allen praktischen Bedürfnissen genügenden Werkchens ist deshalb sehr zu begrüßen, der Name Buchner und der Umstand, daß das Buch, dessen erste Auflage 1910 erschien, heute bereits in dritter Auflage vorliegt, machen eine besondere Empfehlung unnötig. [B 1668] Krause.

Enkes Bibliothek für Chemie und Technik, Band 6: **Grundriß der botanischen Rohstofflehre.** Von Prof. Dr. F. W. Neger. Stuttgart 1922, Ferdinand Enke. 304 S. mit 130 Abb. Preis Gz. 8,1.

Das vorliegende kurz gefaßte Lehr- und Nachschlagebuch für Techniker, Fabrikingenieure, Kaufleute und Studierende der technischen und Handelshochschulen, das der Vertreter der Botanik an der Technischen Hochschule in Dresden verfaßt hat, stellt sich als ein gut gelungener Versuch dar, botanische, technologische und volkswirtschaftliche Kenntnisse über die wichtigsten pflanzlichen Rohstoffe in weiteren Kreisen zu verbreiten. Das ungeheure Gebiet der botanischen Rohstofflehre, wie es besonders Wiesner in seinem umfassenden Handbuch der Rohstoffe des Pflanzenreiches behandelt hat, ist vom Verfasser in außerordentlich klarer und übersichtlicher Darstellung, mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Volkswirtschaft, behandelt worden und dürfte daher der Verbreitung der vielfach fehlenden warenkundlichen Kenntnisse in den beteiligten Kreisen zu großem Nutzen gereichen. Gegenstand der botanischen Rohstofflehre sind alle von Pflanzen stammenden Stoffe, die im Haushalt des Menschen — im gewöhnlichen Leben, in Technik und Industrie, wie auch in der Heilkunst usw. — verwendet werden. Als Einteilungsprinzip hat der Verfasser chemische und anatomische Gesichtspunkte benutzt und das ganze Gebiet nach dem folgenden Schema behandelt:

I. Zellinhaltstoffe. 1. Kohlenhydrate, Stärke, Zucker usw., 2. Eiweißstoffe, 3. Gerbstoffe, 4. andere organische Säuren, 5. Öle, Fette, Wachse, 6. ätherische Öle und Wachse, 7. Kautschuk und Guttapercha, 8. Alkaloide, 9. Glykoside, 10. Farbstoffe.

II. Zellwandbestandteile. 11. Zellulose und Fasern, 12. Gummi und Pflanzenschleim, 13. Kork, 14. Holz.

Besonders hervorzuheben ist endlich noch die große Zahl von guten Abbildungen, die weitgehende Berücksichtigung auch der neueren Literatur und das ausführlich und sorgfältig gearbeitete Namen- und Sachregister. In den statistischen Angaben hat sich der Verfasser im wesentlichen auf die Vorkriegszeit beschränkt. Eine wesentliche Erweiterung dieser statistischen Angaben auf die folgenden Jahre wäre bei einer neuen Auflage trotz der Schwierigkeiten in der Vergleichbarkeit derselben sehr erwünscht. Beim Studium wird das Buch von Prof. Neger jedenfalls viel Nutzen stiften können.
[B 1690] H. Großmann.

Vorlesungen über technische Mechanik. IV. Band: **Die wichtigsten Lehren der höheren Dynamik.** Von Dr. phil. Dr.-Ing. August Föppl. Vierte Auflage. 456 Seiten, 33 Abb. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner.

Die vorliegende vierte Auflage ist eigentlich erst die zweite, da die Zwischenauflagen unveränderte „anastatische" Abdrucke der ersten sind. Die Gesamtanlage der neuen Auflage ist die gleiche wie die der ersten Auflage; in den Einzelheiten findet man jedoch manche Änderungen. So ist z. B. gleich am Anfang im Verfolg der Auseinandersetzung über das Relativitätsprinzip als neuer Abschnitt „Ein Punkthaufen als Welt für sich" eingefügt worden. Es ist sicher angebracht, bei dieser Gelegenheit zu erfahren, wie sich ein tiefgründiger wissenschaftlicher Forscher wie Föppl über die Relativitätstheorie äußert. Auf Seite 6 finden wir: „Wie aus alledem hervorgeht, handelt es sich bei der Relativitätstheorie um einen wissenschaftlichen Fortschritt von einer Größe und von einem Umfange, der fast alles in den Schatten stellt, was etwa seit den Tagen von Newton zum Ausbau unsrer Naturerkenntnis geleistet wurde. Es ist heute durchaus noch nicht abzusehen, wie weit die Gebiete sein werden, auf die sich die Folgerungen erstrecken können, die sich weiterhin noch aus der Relativitätstheorie werden ziehen lassen. . . . . . Hierbei möchte ich nicht unerwähnt lassen, daß ich früher selbst und schon vor Einstein mich wiederholt bemüht habe, in der gleichen Richtung zu einem Fortschritte zu gelangen, daß ich aber daran gescheitert bin, die Relativität des Zeitbegriffs zu erkennen, wie sie später von Einstein dargelegt wurde." Und weiter auf Seite 161: „Der ruhige Gang, den diese Entwicklung (der Elektrizitätstheorie) zuerst einschlug, wurde dann plötzlich durch die umstürzenden Gedanken unterbrochen, die Einstein in die Wissenschaft einführte, womit ein neues Zeitalter der theoretischen Physik angebrochen ist. Die klassische Mechanik hat damit ihre führende Stellung endgültig eingebüßt, und die allgemeinen Sätze, zu denen sie geführt hat, haben an Wert und Ansehen verloren. Was später einmal an ihre Stelle treten wird, läßt sich noch nicht voraussehen."

Die 78 Paragraphen des Bandes sind in fünf Abschnitte geteilt: I. Die relative Bewegung, II. Die Bewegungsgleichungen für mehrläufige Verbände, III. Der Kreisel, IV. Verschiedene Anwendungen, V. Hydrodynamik.

Die Föpplschen Bücher erfreuen sich eines stetig wachsenden Leserkreises. Sie bieten nie trockene Wissenschaft; unter Föppls Feder wird jede Aufgabe für den Leser ein lebendiges Ereignis, an dem er persönlichen Anteil nehmen muß. Jede beliebig aufgeschlagene Stelle fesselt bis zum Ende. Die klare und scharf begrenzte Fragestellung, die ausführliche und doch kurze Behandlung, die persönliche Stellungnahme zu jeder Aufgabe, das sorgsame Eingehen auf alles, was damit zusammenhängt, das stetige Verbinden mit andern Erkenntnissen — all dies läßt stets und ständig, bewußt oder unbewußt, den Meister der Wissenschaft und der Lehrkunst erkennen, dessen Führung sich jeder gern und freudig überläßt. [B 1622] Martin Preuß.

Die moderne Stanzerei. Von E. Kaczmarek. Berlin 1923, Julius Springer. 49 S. mit 30 Abb. Preis Gz. 1,1.

Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaues. Von Prof. Dr.-Ing. e. h. F. Heise und Prof. Dr.-Ing. e. h. F. Herbst. 3. und 4. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 662 S. mit 695 Abb. Preis geb. Gz. 11.

Grundlagen der Elektrotechnik. I. Teil: **Einführung in die Grundlagen der Elektrotechnik.** Von J. Spennrath. 3. Aufl. bearb. von O. Kirstein. Berlin 1923, M. Krayn. 123 S. mit 135 Abb. Preis Gz. 3.

Das Werk geht von den einfachsten Begriffen der Mechanik aus, die klar erläutert werden, erwähnt kurz die hauptsächlichsten Übertragungsmittel für Kräfte, die neben der Elektrizität in Frage kommen und geht dann ausführlicher auf die Eigenschaften und Wirkungen der Elektrizität ein. Ferner werden die Schaltungen, der Magnetismus und Elektromagnetismus sowie die atmosphärische Elektrizität behandelt.

Grundlagen der Elektrotechnik, II. Teil: **Einführung in den Bau und die Wirkungsweise der elektrischen Maschinen.** Von J. Spennrath. 3. Aufl. bearb. von O. Kirstein. Berlin 1923, M. Krayn. 121 S. mit 132 Abb. Preis Gz. 2,5.

Das Werk behandelt die Gleichstrommaschinen, Wechselstrommaschinen, Transformatoren und Gleichrichter in leichtverständlicher Form und ist für diejenigen bestimmt, die über die elektrischen Maschinen ohne weitgehende Vorkenntnisse Rat suchen.

Die Röntgenstrahlen. Von P. Cermak. Leipzig 1923, Johann Ambrosius Barth. 130 S. mit 112 Abb. Preis Gz. 4, geb. Gz. 6.

Wir haben heute noch keine Theorie der Röntgenstrahlen, die alle Eigenschaften, zumal die der Bremsstrahlung und der charakteristischen Strahlung restlos zu deuten vermag, wir wissen jedoch, daß sie wesensgleich mit dem Lichte und allen elektromagnetischen Wellenstrahlen sind und sich mit Lichtgeschwindigkeit im Raume ausbreiten. Die reiche praktische und theoretische Erforschung des ganzen Gebietes der Röntgenstrahlen läßt erhoffen, daß alle Erscheinungsformen der Röntgenstrahlen in wenigen Jahren einheitlich gedeutet werden. Der vorliegende Sonderabdruck aus dem Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus von L. Graetz, s. Z. 1913 S. 428, bringt eine Übersicht über die einzelnen Erscheinungen und die nennenswerten Arbeiten auf diesem Gebiete und kann somit besonders als Einführung benutzt werden. Hervorzuheben sind außer der vorzüglichen Ausstattung die zahlreichen Quellenangaben.

Alpenfreund-Bücherei, Bd. 7: **Die Ingenieurtechnik im Hochgebirge.** Von Reg.-Baurat K. Hetzel. München 1923, „Der Alpenfreund" G. m. b. H. 48 S. mit einigen Abb.

Die Berechnung des symmetrischen Stockwerkrahmens mit geneigten und lotrechten Ständern mit Hilfe von Differenzengleichungen. Von Dr. techn. J. Fritsche. Berlin 1923, Julius Springer. 90 S. mit 17 Abb. Preis Gz. 3.

Kollegienhefte, Band VIII. **Maschinen-Elemente.** Von Prof. Dipl.-Ing. C. Rohen. 1. Teil. 2. Aufl. Leipzig 1923, S. Hirzel. 390 S. mit 188 Abb. Preis geb. Gz. 6.

Besonders eingehend sind die Zahnräder im zweiten Teile behandelt, die nahezu die Hälfte des Werkes einnehmen, die Reibräder, Riemen-, Seil- und Kettentriebe sind ihrem Wesen entsprechend kürzer gefaßt. Im ersten Teile sind die zur Verbindung dienenden Maschinenteile (Keile, Schrauben, Nieten) gebracht. Das Werk soll das Nachschreiben der Vorträge in Fachschulen unnötig machen und hat den großen Vorzug, daß es die technologischen Gesichtspunkte der Maschinenteile besonders betont.

In einer neuen Ausgabe könnten die Überschriften der Nachdrucke von Normblättern auf S. 11 und 13 geändert werden, indem das Beispiel für die Bezeichnung als Fußnote gebracht wird. Auch dem Normenausschuß wäre dieses Vorgehen zu empfehlen, da die folgende Reihenfolge unlogisch ist: erst die Ankündigung: Kegelstift, es folgt aber ein Beispiel für die Bezeichnung. Auch dieses Beispiel ist eine Ankündigung, da es in der Überschrift steht, es folgen aber die Maße der genormten Stifte. Schließlich wird in Spalte 1 der Durchmesser d angekündigt, gebracht wird darunter aber die Bezeichnung. Die Ausstattung des Buches ist gut.

53. Jahresbericht des Bayerischen Revisions-Vereins (1922). Sonderdruck der Zeitschrift des Bayerischen Revisions-Vereins Nr. 7.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 23 SONNABEND, 9. JUNI 1923 BD. 67

INHALT:

Die technische Meßausstellung des deutschen Werkzeugmaschinenbaues in Leipzig, März 1923.

Von G. Schlesinger, Charlottenburg.

Geschwindigkeitsregelung, mechanisch, elektrisch und hydraulisch. — Rädernester für alle metrischen und zölligen Gewindevorschübe. — Der richtige Anschliff der Drehstähle. — Die Verstärkung der Spannfutter. — Gipfelleistungen beim Radsatzdrehen. — Kegelradherstellung mit schraubenförmigen Zähnen. — Optische Feinmessung und praktische Messung der Spiralbohrerspitze.

Unter den großen Ausstellungen der letzten 25 Jahre (Paris, Düsseldorf, Lüttich, Brüssel) hat, soweit Bauart und Ausführung von Werkzeugmaschinen in Betracht kommen, die fünfte Leipziger Messe das eindrucksvollste Bild der ollständigkeit, Vielseitigkeit und Güte geboten.

Im Rahmen dieses kurzen Berichtes muß ich mich auf das rundsätzlich Neue und nur auf die Metallbearbeitung beschränen, da es unmöglich wäre, die große Fülle beachtenswerter Einelheiten, die von den rd. 1000 Maschinen der 270 Aussteller rgeboten wurden und die der Fachmann wohl zu würdigen eiß, voll darzustellen. Daß auf einer so großen Ausstellung uch manches Verfehlte gezeigt wurde, darf ich als gewissenafter Berichterstatter nicht verschweigen.

Regelung der Schnittgeschwindigkeit.

Die feine Anpassung des Antriebserkes an die Schnitt- und Vorschubeschwindigkeiten wird offenbar von em Streben geleitet, für das Schneiden it Werkzeuggußstahl und mit Schnelltahl auf möglichst vielen Stoffen und Durchmessern universelle Lösungen zu inden. Diese Aufgabe wird für die Erzeugung des Schnitt-Drehmomentes echanisch, elektrisch oder hydraulisch elöst.

Eine mechanische Lösung bietet as Janzon-Getriebe von Franz Braun, Zerbst, Abb. 1. Das versetzare Vorgelege liefert 80 bis 560 Uml./min (1:7) und überträgt fast geäuschlos 6 PS ausschließlich durch Zahnräder; die Schaltung von einer Stufe auf eine beliebige andere erolgt unter Übergehung der dazwischeniegenden Stufen durch einen Hebel und ein Handrad; die eingestellte Geschwindigkeit kann man sofort — as ist sehr wichtig — ablesen. Stillstand, Inbetriebsetzen, sowie Rechts- und Linkslauf bewirkt der Hebel am Handrad. Anwendung und Einbau des Getriebes wurden bei einer Drehbank geeigt. Hier stehen 8 bis 250 Uml./min zur Verfügung. Eine beondre Steuerstange ermöglicht, mittels eines Steuerhebels am andernden Support die Bank ein- und auszuschalten oder umzuteuern, was die Bedienung sehr erleichtert. Mit dem Vorschubäderkasten lassen sich 36 Längs- und Planvorschübe, ferner alle angbaren Zoll- und Millimetergewinde sowie Steilgewinde im Verhältnis 10:1 schnell einstellen.

Abb. 1. Janzon-Getriebe von F. Braun.

Gute elektrische Lösungen der oben erwähnten Aufgabe zeigten die Drehbänke von Gebr. Böhringer, Göppingen, Ludw. Loewe & Co., Berlin, und der Wotanwerke, Leipzig. Der bekannte Spindelkasten von Böhringer[1]), Abb. 2, stellt die vollkommene Verschweißung des Elektromotors mit dem Triebwerk im Gußstück des Spindelkastens dar; dadurch erhält man sehr günstige Wirkungsgrade von 60 vH bei Halblast, bis 75 vH bei Vollast. Der Anlasser befindet sich neuerdings im Fuß, wird aber auf der Klapptür so geschickt angebaut, daß er mit einem Griff freigelegt werden kann. Den Zusammenhang zwischen Regelstufen und Drehzahlen zeigt Abb. 3. Der durch Kreise gekennzeichnete Schnittpunkt gibt für 200 mm Dmr. und 14 m/min Schnellgeschwindigkeit als Drehzahl etwa 22 Uml./min und als Hebelstellung und Regelstufe 6.

Loewe und die Wotanwerke behandeln Motor und mechanisches Triebwerk getrennt. Bei diesen Maschinen steuert man mit einem Handrad, das an der Räderplatte ständig im Greifbereich des Arbeiters liegt, die Drehzahl in feinen Stufen und die Drehrichtung der Arbeitspindel.

Bei Hobelmaschinen hat der elektrische Antrieb weniger für die Regelung der Schnittgeschwindigkeit als für schnelles Anhalten und den Rücklauf Bedeutung. Hier sind die Druckknopfsteuerungen besonders bequem, weil sie gut zugänglich angebracht werden können und wenig Platz beanspruchen. Die ausgestellten Maschinen von Billeter & Klunz, Aschersleben, Gebr. Böhringer, Göppingen, und der Sächsischen Maschinenfabrik, Chemnitz, waren grundsätzlich gleichartig durchgebildet. Die Wiedergabe der Ein-Säulenmaschine in Abb. 4 mag daher genügen.

Besondere Erleichterungen in der Unterbringung infolge schmaler Bauart, in der Vereinfachung des Triebwerkes durch Ersparnis von Rädern sowie durch Lieferung erheblicher Schwungmassen und demzufolge in der Erzielung ruhigen Antriebes bietet der Elektromotor mit umlaufendem Ständer nach Lauer-Schmaltz, der in weiter entwickelter Bauart an der Rundschleifmaschine von Friedr. Schmaltz, Offenbach, Abb. 5, sowie an einer Stoßmaschine mit Reibkegel und Zahnstangenantrieb von Lange & Geilen, Halle a. S., zu sehen war, Abb. 6. Die Stoßmaschine ist besonders beachtens-

[1]) Vergl. auch Z. 1923 S. 287.

Abb. 2. Anordnung des elektrischen Einzelantriebes bei einer Böhringer-Drehbank.

wert. Vor- und Rückgang bewirkt ein Planetenschaltwerk, s. Abb. 7 und Legende, fast völlig ohne Stöße, und die Maschine zeigt durch ihren günstigen Geschwindigkeitsverlauf, der wegen der während des Schnittes ganz gleichmäßig hohen Schnittgeschwindigkeit allen Kulissenmaschinen überlegen ist, trotz gleich hoher Schnittleistung, die mit $3 \times 10\,mm = 30\,mm^2$ auf Maschinenstahl von 45 bis 50 kg/mm² dauernd vorgeführt wurde, wie wichtig die volle Beherrschung aller Massenwirkungen für den Erfolg des Werkzeugmaschinenkonstrukteurs ist.

Als ich im Forschungsheft Nr. 5 des Versuchsfeldes f[illegible] Werkzeugmaschinen die Ergebnisse langjähriger Arbeiten [illegible] solchen Zahnstangen-Stoßmaschinen mit Reibantrieb veröffe[illegible]lichte[1]), haben manche Besprecher noch im Jahre 1921 de[illegible] grundsätzliche Ziele verkannt und gemeint, diese Maschin[illegible] hätten sich überlebt und eine so umfassende Arbeit gar nicht [illegible]lohnt. Um so erfreulicher ist es, hier eine vollendete Lösu[illegible] der schwierigen Aufgabe praktisch vorgeführt zu erhalten.

Zu den brauchbaren Versuchen, den Elektromotor dur[illegible] einen einfachen Riementrieb mit regelbarer Spannvorrichtu[illegible] mit der Einzelscheibe des Räderkastens einer Werkzeugmaschi[illegible] zu verbinden, gehört auch der Motorsessel von Richard Gr[illegible]nauer, Frankfurt a. M., Abb. 8. Der Motor sitzt auf der [illegible]federten Unterlage so, daß die zur Riemenspannung dienend[illegible] Federn bequem geregelt und durch einen Gewichthebel ganz e[illegible]lastet werden können, wenn man den Riemen auf- oder ableg[illegible] will. Da hier beide Riementrüme gespannt werden, ist [illegible] Wirkung von der Spannrolle verschieden, die nur das schla[illegible] Trum spannt und den Umfassungsbogen vergrößert.

Ein hydraulisches Schaltwerk zum Verändern der Schni[illegible]geschwindigkeiten ist das Lauf-Thoma-Getriebe der M[illegible]deburger Werkzeugmaschinenfabrik, das mit Preßöl als Übertr[illegible]gungsmittel arbeitet und jede beliebige Feineinstellung währe[illegible] des Betriebes völlig geräuschlos ermöglicht. Ein ähnliches G[illegible]triebe hat im Oktober 1921 die Zeitschrift „American Machinis[illegible]" veröffentlicht. Wenn der Wirkungsgrad auch bei hohen Drücke[illegible], d. h. bei niedrigen Drehzahlen gut ist, so daß jederzeit das gleic[illegible] Drehmoment zur Verfügung steht, wenn ferner die Kosten nic[illegible] höher als beim elektrischen Antrieb sind, wäre diese Lösung a[illegible] vorzüglich zu bezeichnen.

Abb. 3. Zeichnerische Bestimmung der wirtschaftlichsten Drehzahlen beim Böhringer-Spindelkasten.

Abb. 5. Rundschleifmaschine mit Lauer-Schmaltz-Motor von Friedr. Schmaltz.

Regelung der Vorschubgeschwindigkeit.

Neben den beschriebenen Triebwerken für die Regelung d[illegible] Schnittgeschwindigkeit sind die für den Vorschub wichtig, w[illegible] nach der nunmehr in Deutschland durchgeführten Gewindeno[illegible]

[1]) Vergl. Z. 1922 S. 14.

Abb. 4. Ein-Säulen-Hobelmaschine mit Lauer-Motor von Billeter & Klunz.

Abb. 6. Schnellhobler von Lange & Geilen. Links: Normalmotor mit festem Stat[illegible] Rechts: Lauer-Schmaltz-Motor gleicher Leistung mit kreisendem Stator.

Abb. 7. Planetenschaltwerk zur Stoßmaschine von Lange & Geilen.
Hauptantrieb der Maschine möglich
1. durch Einscheibe, Fest- und Losscheibe von Transmission
2. „ „ u. Spreizringkupplg. „ „
3. direkt durch kreisenden Motor (Lauer-Schmaltz), Abb. 6.

Vom Hauptantrieb erfolgt Kraftübertragung mittels einfacher Stirnräderübersetzung auf Welle 8 (Abb. 7). Fest mit Welle 8 verbunden ist Kupplung 11. Einrücken von 11 in die auf 8 lose laufenden Räder 9 oder 10 ergibt kleinere oder größere Schnittgeschwindigkeit. Räder 9 und 10 treiben auf die auf einer gemeinsamen Büchse lose auf Welle 16 sitzenden Räder 12 und 13, die mit ihren beiderseitigen Planetengetrieben 14 und 15 dauernd auf 16 in gleichem Drehsinn laufen. Die Planetensätze 14 und 15 sind in Eingriff
1. mit den auf 16 aufgekeilten Rädern 17 und 18,
2. mit den mit den Reibtellern 19, 20 fest verbundenen, lose auf 16 laufenden Rädern 21 und 22.

Von Welle 16 aus verläuft dann der Trieb über Rad 23, 24 und eine weitere Übersetzung auf das Zahnstangengetriebe des Stößels. Die von einer besonderen Steuerung angetriebenen Reibungsteller 19 und 20 werden abwechselnd von den Spreizringkupplungen 27 und 28 festgehalten und erteilen dadurch der Welle 16 eine Vor- oder Rückwärtsbewegung. Der jeweils losgelassene Teller wird nur durch die während des Umsteuerns frei werdende Energie beschleunigt.

ung nur noch die an Zahl verringerten Steigungen für das etrische (S. I.-)Gewinde und das Whitworth-Gewinde benötigt erden. Diese lassen sich in schaltbaren aber festen Räderstern unterbringen, wofür man verschiedene gute Lösungen Böhringer, Braun u. a. m.) gefunden hat. Als Beispiel diene e Vorschubsteuerung von Ludw. Loewe & Co. A.-G., Abb. 9. ür außergewöhnliche Steigungen ist auf alle Fälle die übliche chere vorhanden.

Abb. 8. Motorsessel von Rich. Cronauer.

385 LUDW. LOEWE & Co Aktiengesellschaft — BERLIN, N.W. 87, Huttenstraße 17-19 — 3 B.v.

Leitspindel 4 Gänge auf 1"

Leitspindel-Drehbank WECHSELRADTABELLE

Spitzenhöhe 225 mm

Formeln	
Steig. in mm	$\frac{a \times c}{b \times d} = \frac{4 \times \text{Stg. in mm}}{25,4}$
Gänge auf 1"	$\frac{a \times c}{b \times d} = \frac{4}{\text{Gänge auf 1"}}$

Wechselräder						
	40	50	60	65	69	70
	75	80	95	100	127	

Steigung	Hebelstellung	a	b	c	d
1 mm	I. mit c ohne Räderv. Kuppl. Hebel ausger.	40	100	50	127
6,5 mm		80	40	65	127
7,5 mm		80	40	75	127
2⅝ Gg. auf 1"		80	70	100	75
2⅞ Gg auf 1"		60	50	80	69
3¼ Gg auf 1"		80	100		65
19 Gg auf 1"		95	40	100	50

Hebelstellungen			Gänge a. 1" K u. N	Steig. in mm J u. L	Steig. in Mod J u. M	Vorschube Lang K u. N	Vorschube Plan K u. N
I mit oder ohne Rädervorgelege	A	1	32	2	0,5	0,11	0,08
		2	28	1,75		0,13	0,09
		3	24	1,5		0,15	0,11
		4	22			0,16	0,12
		5	20	1,25		0,18	0,13
		6	18			0,20	0,15
	B	1	16	4	1	0,22	0,16
		2	14	3,5		0,25	0,19
		3	12	3	0,75	0,29	0,22
		4	11	2,75		0,32	0,24
		5	10	2,5		0,35	0,26
		6	9	2,25		0,39	0,29
	C	1	8	8	2	0,44	0,33
		2	7	7	1,75	0,50	0,37
		3	6	6	1,5	0,59	0,44
		4	5,5	5,5		0,64	0,48
		5	5	5	1,25	0,71	0,52
		6	4,5	4,5		0,78	0,58
	D	1	4	16	4	0,88	0,66
		2	3,5	14	3,5	1,01	0,74
		3	3	12	3	1,18	0,87
		4	2,75	11	2,75	1,28	0,95
		5	2,5	10	2,5	1,42	1,04
		6	2,25	9	2,25	1,57	1,16

Vorschübe in mm für eine Umdrehung der Arbeitsspindel
Bei eingerückt. Rädervorgelege u. Hebelst. II. erhöh. sich die Steigung um das 3 bez. 10fache

Abb. 9. Vorschubschaltkasten von Ludw. Loewe & Co. A.-G.

Schleifmaschinen.

Der Spanabhub durch den Schnellstahl auf Drehbänken, Fräs- und Hobelmaschinen ist durch die Vergrößerung der Schnittgeschwindigkeiten sowie der Spanquerschnitte gewachsen, findet aber bald seine Grenze an der Widerstandsfähigkeit der Werkstücke; denn diese sind nicht immer schwere gußeiserne Schwungräder oder dicke und kurze schmiedeiserne Wellen — die Paradestücke der Ausstellungen —, sondern recht häufig auch dünnwandige Gußstücke und zarte Spindeln, von denen man starke Späne nur abnehmen kann, wenn der Span unter ständig scharfem Schnitt weich und ohne Stoß und Erzitterung abfließt. Dazu ist ein sorgfältiger und richtiger Anschliff der Meißelschneiden erforderlich, dem man in der letzten Zeit besondere Aufmerksamkeit schenkt. Bei der Drehbank muß man stets anstreben, daß sich der Span in Gestalt einer gleichmäßig zylindrischen Schraubenfeder abrollt, sich also nicht in einem immer größer werdenden Knäuel abwickelt und dann knallend abspringt, den Arbeiter gefährdet und durch den Stoß das Werkstück ungünstig beeinflußt.

Abb. 10. Stahlschleifmaschine von Munthe.

Die Stahlschleifmaschine von C. Munthe, Düsseldorf, Abb. 10, gestattet, Hohlkehlen- oder flache Stähle in zweckmäßiger Form ohne Vorschmieden in wenigen Minuten unmittelbar durch Schleifen herauszuschruppen. Die Maschine ist sehr kräftig, leicht einstellbar und arbeitet ohne Zahnräder im Hauptantrieb sehr ruhig. Fritz Werner A.-G., Berlin-Marienfelde, hatte eine Schleifmaschine für Messerköpfe bis zu 650 mm

Abb. 11. Messerkopf-Schleifmaschine der Maschinenfabrik Schieß A.-G.

und Schieß A.-G., Düsseldorf, eine solche bis zu 1400 mm, Abb. 11, ausgestellt. Diese Maschine schleift die Messer einzeln, aber in eingebautem Zustande derart, daß jedes Messer selbst als Anschlag dient und die Schleifarbeit der Maschine selbsttätig einrückt. Daher kommt es nicht darauf an, ob die Messer gleichmäßig oder ungleichmäßig verteilt sind. Jedes Messer wird aber für sich in genau gleicher Höhe mit den andern im Kopfe geschliffen, der um den Brustwinkel schräg gestellt wird. Die Aufnahme im Loch des Kopfes oder in einem Zentrierbunde sichert die spätere gleiche Aufnahme im Bohrwerk oder in der Fräsmaschine.

Abb. 12. Gewindefräsmaschine der Schüttoff A.-G.

Besonders wichtig ist die Sicherung richtigen und symmetrischen Anschliffes für die Spiralbohrerspitzen. Eine gute Maschine für große Bohrer ist die gegen früher erheblich vereinfachte von Mayer & Schmidt, Frankfurt a/M.; für kleine Spiralbohrer bis zu 8 mm Dmr. stellt die Maschine von Paul Förster, Nürnberg, Eibach, eine wertvolle Neuerung dar. Sie verwendet gehärtete Aufnahmebüchsen, die für jeden vollen Millimeter um 0,1 mm abgestuft sind und vorn, d. h. zur Schleifscheibe zu, eine Anschlagzunge zur Sicherung der Symmetrielage tragen sowie in der richtigen Schräge fest in die Schwenkvorrichtung eingetrieben werden, so daß der gewünschte Spitzenwinkel von rd. 118° bei zweckmäßigem Hinterschliff durch einfaches Schwenken mit der Hand erreicht wird. Eine so einfach bedienbare Vorrichtung wird der Arbeiter gern benutzen, und es wird daher endlich gelingen, den bisher besonders bei kleinen Bohrern sehr zum Schaden von Gebrauchern und Bohrern mißachteten Maschinenanschliff in die Werkstätten einzubürgern. Läßt sich die genaue Schneidenform gehärteter Werkzeuge, deren Veränderung beim Härten man nur schwer vorausberechnen kann, nicht so einfach wie beim Drehstahl oder Spiralbohrer anschleifen, so ist man wohl oder übel gezwungen, schon bei der Herstellung auf Schrumpfen oder Längen des Werkzeuges beim Härten Rücksicht zu nehmen, nachdem man durch Versuche die wahrscheinlich zu erwartende Veränderung ermittelt hat. Das gilt vor allem seit jeher für Gewindebohrer; für diese stellt die Schüttoff A.-G., Chemnitz, eine Gewindefräsmaschine, Abb. 12, her, deren Ausgleicheinrichtung für Härteunterschiede in der Länge des Arbeitstückes auf dem Einfluß eines schräg einstellbaren Lineals auf die Drehung der Übertragungsräder beruht.

Sie gleicht grundsätzlich der von Ludw. Loewe & Co. A.-G. auf einem anderen Gebiete, nämlich dem Hinterdrehen spiralgenuteter Fräser auf Hinterdrehbänken, verwendeten Ausgeichvorrichtung.

Spannfutter.

Große Kräfte beim Spanabhub verlangen besonders bei runden glatten Körpern, deren Umfang keinen Vorsprung zur zwangläufigen Mitnahme bietet, sehr starken Zugriff durch das Spannfutter, das bei Massenfabrikation stets selbstzentrierend sein soll. Die üblichen Drei- und Vierbackenfutter haben eine ganze Reihe von Nachteilen: Die Kräfte, mit denen das Werkstück vorn von den Spannbacken gegriffen wird, und die Gegenkräfte, die hinten an den Backen angreifen, wirken je nach Backenhöhe an recht langen Hebelarmen, so daß starke Aufkippmomente entstehen. Die dadurch hervorgerufene leichte Schrägstellung vermindert die an sich schon viel zu kleinen Druckflächen zwischen Schnecken-Spiralkranz und Backen-Ovalknaggen noch mehr. Diese Ovalknaggen sind besonders schwache Teile, da sie bald innen, bald außen in der Planschnecke stehen, daher ganz verschiedene Krümmungskreise berühren und mit kleinsten Berührungsflächen anliegen müssen. Aus demselben Grunde wechseln die Berührungsstellen dauernd im Verhältnis zu den dauernd unter 120° oder 90° versetzten Backenführungen, woraus bekanntlich folgt, daß alle diese Futter die angeblich zentrierten Stücke nur in einer einzigen Stellung wirklich zentrieren, nämlich in der mittleren, worin die eingestellten Backen laufend geschliffen sind. Endlich ist der Punkt der Zuspannung gleichzeitig der der Selbsthemmung, so daß die Lebensdauer der Spannpunkte oder Flächen nicht groß sein kann.

Diese Mängel sucht das Forckardt-Futter[1]) in folgender Weise zu beseitigen: Zuspannung und Selbsthemmung werden zerlegt in Spannbacken mit großen, genau herstellbaren und daher gut anliegenden schrägen Spannflächen und in Kraftübertragung mit Selbsthemmung mittels Schnecke und Schneckenrad. Die Spannbacken haben gehärtete, eben begrenzte und daher genau schleifbare mehrfache Schrägflächen unter einem praktisch erprobten Winkel, der den Wirkungsgrad dieser Art Kraftübersetzung im Vergleich zur Planschnecke wesentlich verbessert. Schnecke und Schneckenrad als Spannmittel haben unter allen Umständen theoretisch und praktisch gut anliegende Tragflächen bei jederzeit vorhandener Selbsthemmung. Toter Gang wird durch die Druckerzeugung jedesmal von selbst unschädlich gemacht. Die Übersetzung ist sehr groß, z. B. 1 :) im Schneckentrieb; dazu kommt die Keilwirkung der Schrägflächen. Die ausgeübte Kraft ist daher gewaltig; eine stählerne Hohlbüchse von 60 mm Dmr. und 6 mm Wanddicke wurde mit der Hand mit dem gewöhnlichen Schlüssel mühelos dreikantig gepreßt.

Damit ist der Weg gewiesen, um den Griff der zentrierenden Spannfutter entsprechend den bei Schnellstahl auftretenden Zerspanungskräften zu verstärken und so das letzte schwache Element den bisher stärkeren: Maschine, Werkzeug und Werkstück, anzupassen.

Eine vorzügliche Vereinigung richtiger Grundsätze beim Einspannen von Werkstück und Werkzeug, ferner die Verringerung der Hebelarme der Kräfte, die zwischen Antriebstelle und

[1]) Vergl. Maschinenbau/Gestaltung 18. April 1923.

Abb. 13. Radsatzbank von Blau.

a Reitstock
b Amboß
c Endmaß
d Lagerstücke
e Taststift
f Klemmkopf
g Lupe
h Grobstellkurbel
i Meß-Grobstellkurbel
k Meß-Feinstellknopf
l Meßwagen-Oberteil
m Mikroskopobjektiv
n Maßstab
o Okular

Abb. 14. Querrippenversteifung des Rabomaauslegers.

Abb. 18. Meßmaschine der Zeißwerke (Schuchardt & Schütte).

}aftübertragungsstelle liegen, zeigt die neue Radsatz-ehbank[1]) von Hegenscheidt, Ratibor, Abb. 13, ren Erfinder und Erbauer Direktor Blau ist. Hier annt man die schweren Radsätze nicht zwischen die ıwachen Spitzen, sondern auf den starken Schenkeln ie bei Collet & Engelhardt), wodurch man zugleich ts die unveränderliche Lage des Bordrandes der Bange zu den einmalig eingestellten Drehstählen erhält. rner werden die Pilzstähle nicht, wie bei den älteren ɔrmdrehsupporten, durch übereinanderliegende Schierführungen angetrieben, wovon die untere die Treible, die obere, durch den eckenden Hebelarm getrennt, die arbeitenden Stähle trägt, sondern Treibrolle und Pilzstahl liegen in derselben Ebene vorn und hinten an demselben schweren Lenkerhebel, wodurch die gewaltige Leistung einer großen Bandagenbearbeitung in 25 Minuten einschließlich Auf- und Abspannen erreicht wird. Hier ergeben sich sowohl bei dem Futter als auch bei der Drehbank hübsche Aufgaben für den Zwanglaufmechaniker.

[1]) Vergl. Werkstattstechnik 1922 Heft 22.

Abb. 15. Drehbank mit Schmalführung von J. E. Reinecker.

Abb 17. Kegelradhobelmaschine von Zimmermann.

Abb. 16. Selbsttätige Kegelradhobelmaschine, Bauart Dr.-Ing. Barth.

Das Maschinenfundament hat man schon früher[2]) gegen die erhöhte Verdrehung und Verbiegung durch zickzackförmige Querrippen, z. B. zwischen den Längswänden der Drehbänke, verstärkt. Heute sind auch die Bohrmaschinen in ähnlicher Richtung verbessert worden, wie der neue Ausleger der Raboma-Kranbohrmaschine, Abb. 14, beweist.

Die beste Sicherung gegen das Ecken z. B. der Bettschlitten von Drehbänken erreicht man durch Veränderung des üblichen Verhältnisses zwischen Länge und Breite der Führung. Reinecker, Chemnitz, bringt daher neuerdings nach diesem Grundsatz an einigen Maschinen eine Schmalführung an, Abb. 15.

Zahnräderbearbeitung.

Große Kräfte werden überall durch Zahnräder übertragen. Ein Zahnrad — sogar das einfache Stirnrad — so genau herzustellen, daß die ganze Flanke trägt und wirklich abwälzt, d. h. geräuschlos läuft, gehört bis auf den heutigen Tag zu den schwierigsten, fast nirgends voll erfüllten Aufgaben der Werkstatt. Der Automobilbau weiß ein Lied davon zu singen. Die Bestrebungen gingen daher schon seit vielen Jahren dahin, die Zahn-

[2]) Vergl. Werkstattstechnik 1920 Heft 16.

Abb. 19. Schwarzschrauben-Automat von Hasse & Wrede.

eingriffstrecke zu vergrößern oder stets erheblich mehr als einen Zahn im Eingriff zu halten. Reinecker, Chemnitz (gewundene Zähne), und Lorenz, Ettlingen (Pfeilzähne), waren seit Jahren die Bahnbrecher solcher theoretisch richtig abgewälzten Zahnräder. Dann kamen Böttcher & Geßner, Altona, mit dem Verfahren für Kegelräder mit gewundenen Zähnen, das uns leider die Amerikaner (Gleason) weggekauft haben, und jetzt haben wir wieder zwei deutsche Firmen, die Kegelradzähne von ähnlicher Form und wohl auch gleicher Wirkung hobeln, und die nunmehr um die Palme ringen. Es sind das die Maschinen von Heidenreich & Harbeck, Hamburg (Erfinder Dr.-Ing. Barth), Abb. 16, und von Zimmermann, Chemnitz, Abb. 17.

Abb. 20. Arbeitsgang des Schwarzschrauben-Automaten von Hasse & Wrede.

Meßgeräte.

Meßverfahren für den Genauigkeitsgrad der Zahnflanken sind noch nicht in werkstattreifer Form vorhanden, dagegen hat die Normung auf dem Gebiet der Passungen und Gewinde vorzügliche Meßgeräte für Voll- und Hohlzylinder sowie für Schrauben gezeitigt, die von einer Reihe namhafter deutscher Firmen: Alig & Baumgärtel, Aschaffenburg, Fleck & Co., Berlin, Fortuna-Werke, Stuttgart, Hommelwerke, Mannheim, Sautter & Meßner, Aschaffenburg, ausgestellt waren und der Mehrzahl nach aus dem Sonderheft „Messen" der Zeitschrift „Werkstattstechnik" 1919 von Prof. Kurrein bekannt sind. Ich will mich hier auf die Erwähnung der neuen Längenmeßmaschine der Zeißwerke, Jena, (Schuchardt & Schütte) beschränken, Abb. 18, deren Wesen auf folgender Grundlage beruht:

Meßwagen, fester Amboß, V-Lager und Tisch sind in üblicher Weise auf dem Bett verschiebbar und feststellbar. Im Meßkopf ist ein Ablesemikroskop mit einem Optimeter so kombiniert, daß beide Instrumente ein gemeinsames Okular mit einem gemeinsamen Gesichtsfeld haben. Die Einstellung der vollen und Zehntelmillimeter geschieht durch das Mikroskopobjektiv, die der zweiten, dritten und vierten Dezimale mit Hilfe der Optimetereinrichtung, die die Bewegung des Taststiftes am Meßgegenst auf rein optischem Wege ohne Verwendung von Meßschraub oder Fühlhebeln 3000mal an der dem Beobachter sichtbar Teilung vergrößert. Die Teilung selbst ist in Teilabständen v 0,1 mm auf dem Maßstab, der nur 50 mm lang ist, aufgetragen, Genauigkeit der Teilung aber auf 0,0002 mm gesteigert, so daß absolute Messungen eine Genauigkeit von 0,0002 mm und für V gleichsmessungen eine solche von 0,0001 mm erreicht wird. D Meßbereich der Maschine ist in der in Abb. 19 gezeichneten A führung für eine Meßlänge von 0 bis 500 mm eingerichtet; M blöcke und Auflagen können jedoch bei entsprechender Be verlängerung auch für größere Meßlängen gebraucht werden.

Sondermaschinen.

Unter den Sondermaschinen sei der Schwarzschraubenaut mat von Hasse & Wrede, Berlin (Erfinder Alfred Defri Cassel), hervorgehoben, Abb. 19, der schwarze Schrauben b zu ⅝" und 16 mm Dmr. mit Gewinde versieht und die Mutt selbsttätig aufschraubt, so daß die Schraube fertig zusamme gesetzt aus der Maschine kommt, Abb. 20. Die bedienende A beiterin muß zu diesem Zwecke den mit angestauchtem Kopf ve sehenen Rohbolzen in ein Revolvermagazin stecken und ein zw tes Muttermagazin dauernd gefüllt halten. Beachtenswert i auch der Heftklammer-Automat der Maschinenfabrik Südwer Reutlingen. Die hohe Leistung dieser Maschine beruht auf d Benutzung eines Formstempels mit schraubenförmig gestaltet Biegekante, der den Draht so sanft beansprucht, daß die Arbeit geschwindigkeit erhöht und das Ausbringen auf 80 Nadeln in d Minute gesteigert werden konnte.

Der deutsche Werkzeugmaschinenbau hat heute eine eige Note bekommen. Die von außen gekommenen und übernomm nen guten Anregungen sind offenbar verdaut und so mit d eigenen Gedanken der deutschen Konstrukteure und d eigenartigen Anforderungen des Marktes verarbeitet worden, d volle Selbständigkeit, insbesondere gegenüber den Amerikaner die uns ebensoviel verdanken wie wir ihnen, festgestellt werd kann. Insbesondere erinnere ich an die große wissenschaftlic Vorarbeit Reuleaux' auf dem Gebiete der Zahnrädererzeugu aus den Jahren 1878, sowie an die praktischen Arbeiten üb Abwälzverfahren von Reinecker, Pfauter und Böttcher & Geßne

In bezug auf Ausnutzung der wissenschaftlichen Forschu in den Versuchsfeldern der Technischen Hochschulen steht ab Deutschland wohl an der Spitze. Die z. B. im Charlottenburg

Abb. 21. Spiralbohrer-Meßapparat von R. Stock & Co. A.-G.

Versuchsfeld erdachten und praktisch ausgearbeiteten Meßgerä gestatten, Werkzeug und Werkzeugmaschine ohne jede Änderu und in natürlicher Größe (also keine Modellversuche!) auf ric tige Form des Werkzeuges sowie auf wirtschaftliche Bilanz d Maschine bei der Arbeit zu prüfen. Erst damit erhält der Wer zeugmaschinenkonstrukteur die feste Unterlage für seine G dankenarbeit, und die empirisch durchgearbeiteten und praktis durchgeführten Maschinen erhalten ihren wohlverdienten Platz a der Sonne der Wissenschaft. Das Meßgerät zum Untersuch des Hinterschliffes der so schwierigen Spiralbohrerspitze vo R. Stock, Berlin-Marienfelde, Abb. 21, ist das erste Ergebni dieser Forschung, das der breiten Öffentlichkeit auf der Mes zur unmittelbaren Anwendung auf die Ergebnisse der Fabrikatio dargeboten worden ist. [1725]

ie maschinelle Gewinnung und Förderung im Steinkohlenbergbau unter Tage.

Förderung.

Von Prof. Dr.-Ing. Fr. Herbst.

Fortsetzung des den Abbau behandelnden, unter gleichem Titel in Z. 1922 Bd. 66 S. 619/28 erschienenen Aufsatzes. — Abbauförderung; Streckenförderung in Teilsohlen- und Abbaustrecken sowie auf den Hauptsohlen insbesondere mittels Lokomotiven, zukünftige Möglichkeiten bei der Streckenförderung; Haspelförderung; Füllortbetrieb.

Die maschinelle Förderung läßt sich, wenn man den Weg des Fördergutes von der Gewinnungsstelle bis zur Hängebank verfolgt, in die vier Hauptgruppen der Abbauförderung, Brems- und Haspelförderung, Streckenförderung und Schachtförderung zerlen, die allerdings teilweise nicht scharf von einander geschieden werden können, sondern ineinander greifen.

Abbauförderung.

Für die Abbauförderung sind zwei Hauptgruppen von Flözen zu unterscheiden, indem entweder die Mächtigkeit die Förderwagenhöhe übersteigt oder unter ihr bleibt. Im ersteren Fall kann bei flacher Lagerung der Förderwagen unmittelbar am Kohlenstoß entlang gefahren werden. Das maschinelle Hilfsmittel dafür ist bei ganz flachem Einfallen ein einfacher Seilhaspel; bei etwas größerer Neigung des Flözes kommt zunächst das Abbremsen der gewonnenen Kohlen und der zuzuführenden Versatzberge mit fliegenden Bremsen in Betracht. Beim Unterwerksbau (Abbau unterhalb der Fördersohle) werden leichte Haspel erforderlich, die gemäß Abb. 34 und 35 die Kohlen hochzuziehen, die Berge abzubremsen gestatten. Solche Haspel können auch für den Abbau oberhalb der Sohle vorteilhaft sein, indem sie Kohlen und Berge durch eine einzige Teilstrecke zu fördern gestatten, im übrigen auch eine größere Beweglichkeit — wahlweise Förderung von Kohlen oder Bergen nach oben oder unten — ermöglichen. Eine Haspelbauart (Zwerghaspel) für solche Zwecke, die auch für die Förderung auf den Teilstrecken (s. u.) benutzt werden kann, wird durch Abb. 36 veranschaulicht. Die Haspel können einfach an einer Spannsäule verlagert oder auf Rädergestellen nachgefahren, bei größeren Leistungen auch auf einer besonderen Bühne, Abb. 34 und 35, aufgestellt werden.

Abb. 34 und 35. Haspel-Abbauförderung im Unterwerksbau mit schwebendem Verhieb (Grundriß und Querprofil).

Abb. 36. Zwerghaspel von Gebr. Eickhoff, Bochum.

Abb. 37 und 38. Flottmann'sche Rutschenführung.

In Flözen von geringer Mächtigkeit muß man auf den Förderwagen verzichten und sich der Förderung durch maschinelle Hilfsmittel bedienen, von denen nach anfänglichen Versuchen mit anderen Vorrichtungen (Gurtförderung, Kratzrinnen) die Schüttelrutschen[1]) allgemein zur Herrschaft gekommen sind. Von den beiden Hauptformen der Rollenrutschen, s. auch Abb. 37 und 38, und der Hänge- oder Kettenrutschen, Abb. 39, haben sich die ersteren vorzugsweise eingeführt, da sie von der Flözmächtigkeit unabhängig sind und auch dem wechselnden Einfallen gut angepaßt werden können, wogegen Pendelrutschen die Schwierigkeit bieten, daß bei wechselnder Länge der einzelnen Pendel die Förderwirkung wesentlich verschieden ausfällt und die zusätzliche Wirkung, die bei Rollenrutschen aus der Gestaltung der Rutschenbahnen herausgeholt werden kann, hier fortfällt. Anderseits ist die Verlagerung von Pendelrutschen einfacher, da sie keiner besonderen Untergestelle bedürfen.

Der Fördervorgang ist gegenüber der früheren Förderrinne von Marcus (D. R. P. 127 129), bei der die erforderliche Ungleichförmigkeit der Bewegung dem Grundgedanken nach durch zwei gegeneinander versetzte Kurbeln erreicht wurde[2]), vereinfacht worden. Er hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Schaufelwurf, unterscheidet sich aber von diesem grundsätzlich dadurch, daß die Weite des Wurfes wesentlich eingeschränkt ist, daß das Folgen des Förderguts beim Rückgange der Rutsche nicht erforderlich und der Reibungsschluß zwischen dem Gut und der Rutsche je nach der Bauart und dem Betrieb verschieden ist. Maßgebend für die Förderwirkung sind die Rutschenführung, die Zahl und die Größe der einzelnen Stöße. Die Stoßwirkung wird durch die Steuerung des Motors erreicht, indem die Umsteuerung am Ende des Hingangs plötzlich, am Ende des Rückgangs langsam eintritt. Es ergibt sich ein Beschleunigungsbild nach Abb. 40. Bei geringem Fallwinkel muß der Motor auch die Hinbewegung der Rutschen übernehmen: er wird daher dann meist als zweiseitig wirkender Motor gebaut und entsprechend kräftiger ausgeführt. Bei größerer Neigung dagegen genügt einseitige Wirkung des Motors, der sich auf das Anheben des Rutschenstranges beschränken kann, wogegen die Schwerkraft die Beschleunigung in der Förderrichtung übernimmt.

Die Rutschen werden durch besondere Laufböcke, Abb. 37 und 38, geführt, auf denen sich Rollen abwälzen, die wiederum durch Vermittelung von Laufschuhen die Rutsche tragen. Die Neigung der Laufböcke und -schuhe kann in der verschiedensten Weise gestaltet, auch der Arbeitsweise und dem Einfallen angepaßt werden, so daß durch sie der Fördervorgang wirksam unterstützt wird. Insbesondere kann so auch die Möglichkeit ausgenutzt werden, gemäß Abb. 37 den Reibungsschluß zwischen der Rutsche und dem Fördergut durch Anheben der Rutsche während des Hingangs zu vergrößern und demgemäß während des Rückgangs zu verringern.

Die Zahl der innerhalb des letzten Jahrzehnts benützten Rutschenbauarten und Rutschenmotoren ist sehr groß. Während aber bei den Rutschen eine gewisse Einheitlichkeit erreicht worden ist, indem die Rutschen mit trapezförmigem Querschnitt die gleichen mit halbkreisförmigem Querschnitt vollständig verdrängt haben, ist bei den Motoren noch eine große Mannigfaltigkeit zu verzeichnen. Die Bestrebungen der letzten Jahre sind immer mehr auf Lufterspamis gerichtet gewesen, für die wiederum zwei Hilfsmittel in Betracht kommen: die Möglichkeit der Hubverstellung und der Anpassung des Luftverbrauchs an die Rutschenbelastung und an die Druckverhältnisse im Luft-Rohrnetz. Diese Anpassung ist wichtig, da ja die Lastverteilung in einer Förderrutsche verhältnismäßig verwickelt ist: Sie schwankt örtlich, indem sie nach unten hin ständig zunimmt, und zeitlich je nach der wechselnden Beschickung und Entleerung. Diesen verschiedenen Ausgaben an Preßluft stehen gewissermaßen auch noch wechselnde Einnahmen gegenüber, da in der Nähe der Feldesgrenzen mit starkem Druckabfall gerechnet werden muß; eine Anpassung der Steuerung an die verschiedenen Luftdrücke im Rohrnetz ist also gleichfalls erwünscht. Für die Erzwingung der Hubänderung

[1]) Eine ausführliche Darstellung gibt A. Gerke in der Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1915 S. 149 u. f., eine Ergänzung zur Theorie Ohnesorge in der Zeitschr. f. Fördertechnik und Frachtverkehr 1923, Heft 4, S. 37 u. f.

[2]) Vergl. z. B. Glückauf 1902 S. 662. S. auch den unter [1]) angeführten Aufsatz von Ohnesorge.

Abb. 39. Hängerutsche der Maschinenbau-A.-G. Flottmann.

ist es wesentlich, daß der Bedienungsmann, der das Ausschütten der Kohlen aus der Rutsche in den Förderwagen überwacht, durch zu starke Hübe belästigt wird und daher auf die Hubregelung drängen wird; auch für die im Abbau sich bewegenden Hauer ist eine zu stürmische Bewegung der Rutschen unerwünscht.

Da es sich um Motoren mit wechselndem Hub handelt, kann mit einer Expansionssteuerung im eigentlichen Sinne nicht gerechnet werden.

Der Elektromotor ist neuerdings trotz seiner an sich mangelhaften Eignung für die Erzielung einer hin- und hergehenden Stoßbewegung und trotz der Schwierigkeit, die Eisenschwingung der Rutsche mit der Umlaufzahl des Motors in Einklang zu bringen, doch wegen seiner sonstigen Vorzüge für die Bewegung der Schüttelrutschen herangezogen worden. Gute Erfolge sind mit ihm beim Abbau der mächtigen Flöze in Oberschlesien erreicht worden, wo sich besonders die Deutsche

Abb. 40. Darstellung des Bewegungsvorganges bei Schüttelrutschen.

Bergbaumaschinen-Gesellschaft, Zabrze O.-S., die Ausbildung dieser Fördereinrichtung hat angelegen sein lassen.

Eine der Ausführungen dieser Fabrik zeigt Abb. 41. Zur Ausgleichung der verschiedenartigen Bewegungskräfte des Motors und der Rutsche ist ein Federschlitten mit doppelter Federung benutzt. Zum Antrieb dient Schneckengetriebe.

Auch der in Abb. 42 bis 44 abgebildete Motor der Siemens-Schuckert-Werke hat sich eingeführt. Der Motor arbeitet auf ein Stirnrad-Vorgelege; zwischen der Zugstange und dem Angriffzapfen ist wieder eine Doppelfederung eingeschaltet, und zwar vermittelt die Umkehr am obern Ende eine leichte Schraubenfeder, diejenige am unteren Ende und damit den Stoß eine kräftige Blattfeder. Die Hubverstellung wird durch gegenseitige Versetzung zweier Exzenterscheiben ermöglicht.

Auf andere Bauarten der deutschen Bergbaumaschinen-Gesellschaft kann hier nicht eingegangen werden. Auch ein elektropneumatischer Antrieb der Maschinenbau-A.-G. Flottmann kann hier nur kurz Erwähnung finden; bei diesem wird der Kniehebel-Antrieb mit seiner ungleichförmigen Wirkung zu Hilfe genommen und dem Umstande, daß die Motorbewegung nicht synchron mit ihm verläuft, durch eine Hilfsteuerung Rechnung getragen, die zur rechten Zeit die aufgespeicherte Druckluftleistung einschaltet.

Jedenfalls ist, während sich für den Druckluftantrieb ein gewisser Abschluß erkennen läßt, die Entwicklung des elektrischen Schüttelrutschen-Antriebs noch durchaus im Fluß.

Für den Ruhrbezirk wird die Einführung des elektrischen Antriebs auf die bereits in einem früheren Aufsatz (Z. 1922 S. 619) gewürdigten und auch von Philippi[1]) nicht verkannten Schwierigkeiten stoßen.

Die Hersteller von Schüttelrutschen sind bestrebt gewesen, deren Verwendungsgebiet zu erweitern, und zwar nach zwei Richtungen hin:

1. durch Herausgreifen der Rutschenförderung über den Abbau auf die Strecken- und Bremsbergförderung,

2. durch Anwendung der Rutschenförderung auch f Flöze mit großer Mächtigkeit. Im letzteren Falle kommt a der Wettbewerb mit der Haspelförderung in Frage, bei dem di allerdings verschiedene Vorzüge hat: Die Leerlaufverluste fal fort, die Kraftausnutzung ist wegen der geringeren toten L und der geringeren Beschleunigungswirkung besser, und erforderliche Nachführen und Umlegen des Schienengestänges verhältnismäßig einfacher als die Verlegung des Rutsch stranges. Auch ist die Beschaffenheit des Fördergutes glei gültig, was bei der Einförderung von Waschbergen, tonig Massen u. dgl. für den Versatz wichtig ist. Anderseits hat all dings die Haspelförderung den Übelstand, daß die Beladung Förderwagen schwieriger ist als diejenige der Rutschen; au ist mit einer Gefährdung der Leute und des Ausbaues dur durchgehende Wagen bei Seilbrüchen und Versagen der Bren vorrichtungen zu rechnen.

Streckenförderung.

Auf dem Gebiete der Streckenförderung können noch zw Untergruppen von Fördereinrichtungen unterschieden werden, nachdem es sich um „fliegende" Förderungen in Abbau- u Teilsohlenstrecken oder Förderungen von längerer Betriebsz auf den Hauptfördersohlen handelt.

1. Förderung in Teilsohlen- und Abbaustreck

Die Bestrebungen, auch in diesen, früher stets der Schlepp und Pferdeförderung vorbehalten gebliebenen Strecken die teur Arbeitskräfte zurückzudrängen, haben zur Verwendung v kleinen Seilfördereinrichtungen geführt, die mit den bereits wähnten Säulenhaspeln arbeiten können. Das Förderseil ka als „offenes" oder „geschlossenes" Seil verwendet werd Im ersteren Falle arbeitet die Förderung mit Vord und Hinterseil, im letzteren Falle mit Seil ohne Ende. D Förderung mit offenem Seil bietet den Vorteil einer bequem Vergrößerung der Förderlänge mit wachsender Länge der Strec und ist besonders für Abbaustrecken geeignet, bei denen es forderlich ist, mit einem Schienengestänge auszukommen. A

Abb. 41. Elektrischer Schüttelrutschen-Antrieb der deutschen Bergbaumaschinen-Gesellschaft Zabrze O.-S.

Teilsohlenstrecken dagegen, die eine längere Betriebsdauer au zuweisen haben und bei denen sich u. U. die Anlage einer zweit Förderbahn lohnt, verdienen Förderungen mit Seil ohne En den Vorzug.

Die Schüttelrutsche hat neuerdings begonnen, auch das G biet der Abbaustreckenförderung zu erobern. Zuzugeben i allerdings, daß die Schüttelrutsche für söhlige Förderung, w sie bei diesen Strecken in Frage kommt, kein besonders glüc liches Fördermittel darstellt, da sie hier starke Motoren erford und zu einem größeren Verschleiß der Rutschen, auch wegen d stärkeren Druckes zwischen Kohle und Rutsche, führt. Au kann eine Rutschenanlage nicht über ein bestimmtes Maß hinau verlängert werden, so daß sich bei längeren Strecken die Schwieri keit der Abhängigkeit der Förderung von mehreren hinte einander geschalteten Rutschenmotoren ergibt. Jedenfalls wi man bei Verwendung der Schüttelrutsche für die Streckenförd rung auch die Bremsberge durch die Rutschenförderung z ersetzen suchen, also in den Bremsbergen Rutschen einbauen

Abb. 42 bis 44. Elektrischer Schüttelrutschen-Antrieb der SSW

a) Motor.
b) Doppel-Exzenterscheibe
c) Zugstange.
d) doppeltes Stirnradgetriebe.
e) Druckfeder.
f) Prellfeder.
g) Rutsche.

[1]) Technische Blätter 1921 S. 289 u. f.

als Sammelrutschen für die Streckenrutschen dienen. Anderseits schließt die Verwendung von Wagenförderung in den ecken die Benutzung von Rutschen an Stelle der Bremsberge s, da man dann ja eine mehrfache Umladung des Fördergutes rde in den Kauf nehmen müssen.

Haspelförderungen verbrauchen, wie bereits oben erwähnt rde, weniger Kraft und lassen sich der wechselnden Förderge leichter anpassen, sind aber anderseits mehr von Gefällderungen infolge des Gebirgsdruckes abhängig und verlangen ößere, dauernd zu erhaltende Streckenquerschnitte.

Vielleicht kommen künftig für die fliegende Streckenförderng auch Gurtförderer in Betracht, die allerdings aus dem schweden Förderbetrieb mit Recht verdrängt worden sind, deren Vorze aber bei der söhligen Förderung voll zur Geltung kommen nen, zumal hier ja auch die häufige Neu-Ausrichtung des rderbandes, wie sie bei Abbauförderung notwendig sein würde, tfällt und durch Einschaltung einer verschiebbaren Spannle eine Verlängerung des Förderbandes ermöglicht wird.

Eine andere Möglichkeit würde darin bestehen, daß man die rderstrecken mit etwas stärkerem Ansteigen herstellte und darch die Rutschenförderung in ihnen wesentlich erleichterte gl. z. B. Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 1918 79). Doch würden sich daraus gewisse Abbauschwierigkeiten eben, auf die hier nicht im einzelnen eingegangen werden n.

2. Streckenförderung auf den Hauptsohlen.

Auf den Hauptfördersohlen hat sich die Lokomotivförrung auf Kosten der früher allgemein üblichen Förderung t Seil ohne Ende durchgesetzt. Zuzugeben ist allergs, daß die Seilförderung große Vorzüge bietet: geringer aftbedarf bei großer Leistungsfähigkeit und geringer Förderschwindigkeit, geringe Ansprüche an die Streckenquerschnitte d den Oberbau, geringe Abhängigkeit von treibender („quellen-") Sohle. Bei dem an und für sich geringen Kraftbedarf der triebmaschine gestattet die Seilförderung auch die Anpassung zeitliche Veränderungen und örtliche Verschiebungen des werpunkts der Förderung, da die Beschaffung eines für die chstbeanspruchung ausreichenden und bis zum Eintreten dieser lastung ungenügend ausgenutzten Motors nur verhältnismäßig inge Mehrkosten verursacht. Allerdings steht die Anpassungsigkeit der Seilförderung derjenigen der Lokomotivförderung h; auch ist zweifellos die Abhängigkeit vom Seil und seiner nungsmäßigen Verlagerung und Bedienung sowie die umndliche Kuppelung zwischen Wagen und Seil ein großer elstand.

Wenn die Lokomotivförderung trotz der Vorzüge der Seilderung solche Verbreitung gewonnen hat, so ist das in erster nie auf ihre betrieblichen Vorzüge zurückzuführen: elastische passung an die örtlichen und zeitlichen Betriebsveränderungen ch die Möglichkeit, beliebig Zahl, Stärke und Fahrziel der komotive zu wechseln, Ausnutzung für die Förderung der Beschaft vor Ort, zwangläufige Verteilung der Versatzberge auf einzelnen Anschlagstellen, geringer Förderausfall beim Ausl einer Maschine, bei Druckluft-, Benzol- und Akkumulatorkomotiven auch größere Unabhängigkeit von der Energiezurung.

Was den Kostenvergleich zwischen Seil- und Lokomotivderungen betrifft, so hat Dr. Siemens bereits vor längerer it[1]) mit Recht darauf hingewiesen, daß hier die bei solchen rgleichen überhaupt nötige Vorsicht ganz besonders am Platz da man bei Lokomotivförderungen je nach dem Umfange der fwendungen, die man ihnen zur Last legt, stark wechselnde hlen (im angeführten Aufsatz 11,3 und 5,3 Pf für 1 Nutzn) herausrechnen kann.

Jedenfalls wird man auch heute noch den Seilförderungen ht die Daseinsberechtigung absprechen dürfen. Abb. 45 veranschaulicht verschiedene Verhältnisse, die zeigen, daß der Vorder Lokomotivförderung im einzelnen Falle mehr oder weniger hervortreten kann. Abb. 45 a) zeigt die Verhältnisse, wie sie h bei einer Fördersohle mit wenigen (vier) Hauptanschlagakten ergeben: die einzelnen Gesenke, die zur Verbindung der chgelagerten, mächtigen Flöze mit der Sohle dienen, sammeln oße Fördermengen und gestatten die Anlage großer Bahnhöfe, sen also eine Förderung mit schweren Lokomotiven als eckmäßig erscheinen. Bei Abb. 45 b) liegt im Gegenteil eine rk verzettelte Förderung vor; hier kann eine Lokomotivderung mit zahlreichen kleinen Lokomotiven gute Dienste sten. Bei Förderverhältnissen dagegen, wie sie Abb. 45 c) darllt, ist die Seilförderung zweifellos im Vorteil, da hier zahlche Anschlagpunkte vorhanden sind, die bei der Lokomotivderung zu einer stark verzettelten Förderung mit einer größen Anzahl von Bahnhöfen führen würden, bei der Seilförderung h dagegen in einfachster Weise dadurch bedienen lassen, 3 die Anschläger an den Stapelschächten gleichzeitig die Benung mit übernehmen und Aufstellungsgleise ganz fortfallen.

Für den Betriebsbeamten ist freilich die Lokomotivförderng auch in dem letztgenannten Fall angenehmer, da sie weniger fmerksamkeit verlangt. Aber die Vorteile der Betriebsbeamten d nicht immer gleichbedeutend mit denjenigen der Betriebsung.

[1]) Glückauf 1911 S. 1947.

a) Seilförderungen.

Im einzelnen ist bei den Seilförderungen als wesentlicher Fortschritt nur das Ausgleichgetriebe nach Ohnesorge zu verzeichnen, das in Z. 1919 S. 549 bereits ausführlich dargestellt worden ist. Über die grundsätzliche Bedeutung dieses Getriebes und die verschiedenen Möglichkeiten seiner Ausgestaltung ist bereits viel geschrieben worden. Hier kann diese Frage nicht mehr im einzelnen erörtert werden; der Hinweis auf die früheren Arbeiten mag genügen[2]). Festzustellen ist nur, daß das Getriebe sich gut bewährt und in der Zwischenzeit zahlreiche Anwendungen gefunden hat.

Abb. 45. Verwendungsgebiet der Seil- und Lokomotivförderung.

b) Lokomotiven.

Zahlentafel 11.

Verteilung der Grubenlokomotiven im Ruhrbezirk auf die verschiedenen Bauarten.

Art	Zahl	beförderte Kohlen im Jahre 1919 1000 t	Leistung im Jahre 1919 insgesamt Nutz-tkm	einer Lokomotive Nutz-tkm	Mittlere Betriebskosten auf 1 Nutz-tkm 1914 ₰	1919 ₰	1921 M
Elektrische Fahrdrahtlokomotiven	881	26 749	77 387 000	87 840	10,40	45,2	1,58
Druckluftlokomotiven	624	14 984	27 757 000	44 482	16,95	79,36	2,16
Benzollokomotiven	721	13 826	23 038 000	31 954	19,67	84,27	2,35
Akkumulatorlokomotiven . . .	55	1 326	3 743 000	68 058	15,20	96,60	2,08
zusammen	2281	56 885	131 925 000	—	—	—	—

Ein Bild von der Verwendung der vier Hauptgruppen von Grubenlokomotiven nach den Ermittlungen des Dampfkessel-Überwachungsvereins der Zechen im Oberbergamtsbezirk Dortmund gibt Zahlentafel 11[3]). Da die Gesamtförderung des Bezirks im Jahre 1919 rd. 68 Mill. t betrug, so hat die Lokomotivförderung rd. 84 vH dieser ganzen Fördermenge zum Schacht gebracht; der Rest entfällt auf Seil- und Pferdeförderungen.

Die Akkumulator-Lokomotive[4]) hat einen Rückgang gegen früher zu verzeichnen. Der Hauptgrund dafür liegt wohl in der elektrischen Empfindlichkeit des Akkumulators. Gerade beim Grubenlokomotivbetrieb läßt sich die vom liefernden Hersteller verlangte Innehaltung genauer Ladungs- und Entladungsvorschriften auf die Dauer schwer durchführen. Es wird daher bei der Verwendung von Akkumulator-Lokomotiven besonders auf die Erziehung der Bedienungsleute zu richtiger Behandlung der Lokomotiven ankommen. Wenn diese Bedingung erfüllt werden kann, sind die Aussichten für diese Lokomotivgattung nicht so ungünstig, wie es nach dem gegenwärtigen Stande scheinen könnte. In den Fällen einer stark verzettelten Förderung nach Abb. 45 b) kommen die Vorzüge der Akkumulator-Lokomotive — Bildung kleiner Zugeinheiten, geringe Ansprüche an die Streckenhöhe, Unabhängigkeit von Draht- oder Füllleitungen — voll zur Geltung.

[2]) Z. 1919 S. 549; Fördertechnik und Frachtverkehr 1920 S. 52; Krause, Die Maschinenelemente, 3. Aufl., S. 152; Bansen, Die Streckenförderung, 2. Aufl., S. 140, 144.

[3]) Vergl. die Aufsätze von Gunderloch, „Glückauf" 1920 S. 551; Z. 1922 S. 589 u. f.

[4]) S. auch Z. 1922 S. 79.

Die Versuche mit führerlosen Lokomotiven haben bisher kein befriedigendes Ergebnis gehabt.

Die Benzollokomotiven haben infolge verschiedener Brände, die durch unrichtige Behandlung herbeigeführt wurden, eine ziemlich erhebliche Einbuße erlitten; auch die Verbrennungsgase machen sich natürlich im Grubenbetrieb ungünstig bemerklich. Ein weiterer Nachteil ist auch der ungünstige Querschnitt, der eine Anpassung an die Querschnittsverhältnisse der Grubenräume nur in beschränkten Grenzen zuläßt. Immerhin ist zuzugeben, daß die Brennstofflokomotiven den großen Vorteil haben, daß sie mit gleichmäßiger Kraft fahren und ohne Zwischenfüllung auskommen können, wodurch sich ihre zeitliche Ausnutzung günstig stellt. Die verhältnismäßig geringe Leistungsfähigkeit der Lokomotive (wie auch der Akkumulator-Lokomotive) im Vergleich zu den Fahrdraht- und Preßluftlokomotiven ist wohl kein so ernstes Hindernis, wie vielfach geglaubt wird. Der Vorteil des Lokomotivbetriebes liegt ja hauptsächlich in der elastischen Anpassung an die verschiedenartigsten Betriebsverhältnisse, und je größere Zugeinheiten gebildet werden, um so geringer ist diese Anpassung. In vielen Fällen (vgl. z. B. Abb. 45 b) wird eine rasche Zugfolge mit kleinen Zügen den Betriebserfordernissen besser entsprechen als die Förderung mit wenigen großen Zügen.

Abb. 46 und 47. Fahrdraht-Grubenlokomotive der Siemens-Schuckert Werke.

Fahrdraht- und Druckluftlokomotiven haben den Vorteil größerer Leistungsfähigkeit. Die Fahrdrahtlokomotive ist im Laufe der Zeit wieder etwas in den Hintergrund getreten, woran nicht nur die Schwierigkeiten die Schuld tragen, die die Oberleitung und ihre Erhaltung in der richtigen Höhe bei druckhaftem Gebirge nach sich zieht, sondern auch die im Laufe der Zeit immer stärker hervortretenden Nachteile der Streuströme nicht unwesentlich beteiligt sind. Diese Nebenströme[1]) sind einmal infolge der durch sie bedingten Funkenerscheinungen unmittelbar schlagwettergefährlich, anderseits aber auch für die elektrische Schießarbeit bedenklich, da sie zu Vorzündungen führen können. Neuerdings hat sich jedoch die Sprengtechnik diesen Verhältnissen bereits angepaßt, indem in die Zündleitung ein künstlicher Kurzschluß eingeschaltet wird, der eine gefahrlose Ausgleichung der „wilden" Spannungen bis zum Augenblick der Betätigung der Zünder ermöglicht. Im übrigen sind als Hauptvorzüge der Fahrdrahtlokomotive zu nennen: Wegfall der Füllpausen, große Leistungsfähigkeit, gute Kraftausnutzung. Als Nachteile sind außer den genannten noch zu buchen die Abhängigkeit vom Leitungsdraht und damit die Beschränkung der „Freizügigkeit" und die Empfindlichkeit gegen Gebirgsbewegungen in den Strecken. Als Stromart kommt für den Ruhrkohlenbergbau heute fast nur Gleichstrom in Betracht, da für die Wechselstromlokomotiven die Berührungsgefahr bei den Leitungen sich als zu bedenklich erwiesen hat. Ein Beispiel bieten Abb. 46 und 47.

Die Druckluftlokomotive verdankt ihre Einführung in erster Linie den Bemühungen des Bergrats Dr.-Ing. e. h. Winkhaus, Essen. Sie hat sich ein großes Gebiet erobert, was um so bemerkenswerter ist, als noch im Anfang dieses Jahrhunderts ein guter Kenner des Grubenlokomotivbetriebes, der verstorbene Professor Baum, Berlin, ihr die zukünftige Anwendungsmöglichkeit in größerem Umfang abgestritten hat[2]). Die Maschinen werden neuerdings stets mit Außengetriebe und Zwischenwärmer ausgeführt; als Zwischenwärmer dient ein einfacher Behälter mit Rohren, durch welche die warme Grubenluft während der Fahrt hindurchstreichen kann. Eine Außenansicht einer solchen Lokomotive zeigt Abb. 48; der innere Aufbau ergibt sich aus dem Planbild nach Abb. 49. Die Abhängigkeit von der Kraftzuleit ist nicht so ausgeprägt wie bei der Fahrdrahtlokomotive, ko aber immerhin in größeren Grubengebäuden dahin zur Gelt daß man die zur Nachfüllung erforderlichen Hochspannungs-L leitungen weiter ins Feld hineinführt, um nicht auf die Na füllung am Füllort beschränkt zu sein. Die Füllpausen be trächtigen die Ausnutzung der Lokomotiven. Anderseits ha diese aber den großen Vorteil, weder schädliche Gase noch a bedenkliche Funkenerschein gen zu erzeugen und sich du verschiedene Zahl und Grö der Druckluftflaschen den Qu schnittsverhältnissen mit größe Spielraum anpassen zu las wie Abb. 50 bis 54 veransch lichen. Das Gesamtgewicht Lokomotive wird durch die v schiedene Behälteranordnung unbedeutend beeinträchtigt, allerdings eine große Behäl zahl an und für sich eine größ Totlast bedeutet, dieser Na teil aber wieder durch die M lichkeit aufgehoben wird, geringeren Wanddicken aus kommen. Zahlentafel 12 läßt di Gewichtsverhältnisse für die mag-Lokomotiven erkennen; h nach ist das Totgewicht, Liter Luftinhalt umgerechnet, der Lokomotive mit acht Bel tern am geringsten.

Zahlentafel 12.

Gewichtverhältnisse bei Druckluftlokomotiv (Lokomotiven von rd. 7 t Gewicht, mit 175 at Fülldruck.)

	8 Behälter	4 Behälter	1 Behä
Gesamtinhalt in l	1350	1400	145
Behältergewicht in . . . . kg	2300	3000	340
Gewicht der Verbindungsplatten in . . . . „	350	300	—
Gesamtgewicht der Behälter in . „	2650	3300	340
Gewicht auf 1 l Inhalt . . . . . . „	1,96	2,36	2,3

Abb. 48. Schwartzkopffsche Preßluftlokomotive in zerlegtem Zustande.

Einen Vergleich der Betriebskosten der vier Lokomotivart nach Gunderloch geben die letzten Spalten der Zahlentafel 11.

Die in den Anfängen der Lokomotivförderung üblich wesene Benutzung der Lokomotiven für Verschiebezwecke ist richtiger Würdigung des dadurch veranlaßten Zeitverlustes imn weiter zurückgedrängt worden. In den Bahnhöfen im Fe wird meist durch Herstellung einer Gefällestrecke der selbsttäti Zulauf der leeren und der selbsttätige Ablauf der vollen Wag ermöglicht, also der vom Bahnhofsbetrieb über Tage her kannte Gedanke der schiefen Ebene nutzbar gemacht. An d Füllörtern nimmt man heute in der Regel durch kleine Has betriebe den Lokomotiven die Verschiebearbeit ab.

c) Ausblick auf zukünftige Möglichkeiten b der Streckenförderung.

Mit der steigenden Verwendung der Rutschenförderung Abbau ist der Förderwagen aus seiner Verwendung oberhalb Hauptsohle in gewissem Umfange zurückgedrängt worden. auf der andern Seite, wie weiter unten noch zu erörtern s wird, sich die Schachtförderung in tiefen Gruben ohne Förd wagen vorteilhaft betätigen läßt, so tritt allmählich die Frage m in den Vordergrund, ob nicht auch in der Streckenförderu

[1]) Näheres s. in dem Aufsatz von Alvensleben in der Zeischr. f. d. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wesen 1916 S. 165, und im „Glückauf" 1916 S. 925.

[2]) „Glückauf" 1902 S. 73/74.

der Hauptsohle die jetzt übliche Förderung mit kleinen ·derwagen durch andere Förderverfahren ersetzt werden könnte.

Zunächst kämen größere Wageneinheiten in Betracht. Für Streckenförderung gilt bei tiefen Gruben in noch größerem als für die Schachtförderung neben den Rücksichten auf die ·derung das Bestreben, möglichst große Wetterquerschnitte erhalten. Infolgedessen sind diese Quer- ·nitte heute, zumal dort, wo außerdem Loko- ·ivförderung mit ihren höheren Anforderun- an den Querschnitt in größerem Umfange ·ieben wird, vielfach so groß, daß sie ohne ·teres die Verwendung größerer Wagen zu- ·en würden. Bei der Lokomotivförderung ·mt hinzu, daß ohnehin der Oberbau mit ·ksicht auf das große Betriebsgewicht der ·omotive (5 bis 8 t) bereits kräftig gehalten ·den muß und bei der gegenwärtigen geringen ·amtlast der Förderwagen (etwa 0,8 bis 1,3 t) ·t genügend ausgenutzt wird. Große Förder- ·gen sind, abgesehen vom Eisenerzbergbau, sich von jeher durch größere Bauarten aus- ·ichnet hat, besonders im amerikanischen ·lenbergbau — allerdings unter andern Ver- ·nissen als bei uns — üblich; von ihnen gibt ·lentafel 13 eine Anschauung.

Zahlentafel 13.

Förderwagen im Bezirk 7 des Staates Illinois (1914).

·ergewicht	450 bis 1800 kg, meist über 750 kg,
Nutzlast	1050 bis 3500 kg, meist über 1800 kg,
·erhältnis $\frac{\text{Leergewicht}}{\text{Gesamtgewicht}}$	0,196 bis 0,423, meist unter 0,30, auf 42 vH der Gruben unter 0,26.

Dagegen haben die Wagen des rheinisch-westfälischen Stein- ·lenbergbaues im allgemeinen ein Leergewicht von etwa 320 450 kg, fassen 500 bis 800 kg Kohlen und weisen ein Ver- ·nis $\frac{\text{Leergewicht}}{\text{Gesamtgewicht}}$ von 0,35 bis 0,42 auf.

Abb. 49. Rohrplan einer Druckluft-Grubenlokomotive der Deutschen Maschinenfabrik, Duisburg.

·= Absperrventil
= Druckänderungsventil
= Zuleitungsrohr
= Arbeitsflasche
= Verbindungsrohr
f = Fahrventil
g und h = Verbindungsrohre
i = Zwischenwärmer
k = Niederdruckleitung
l = Auspuffleitung
m = Saugdüse
n = Hilfsventil, o = Hilfsleitung } zur Versorgung von z_1 mit Hochdr.
z_1 = Hochdruckzylinder
z_2 = Niederdruckzylinder.

Große Wagen bringen außer dem Vorzug des kleineren Ver- ·nisses zwischen Leergewicht und Gesamtgewicht weitere ·ße Vorteile: Verringerung der Anlagekosten und der Unter- ·ungskosten für Achsen und Räder, sowie Ersparnis an ·derleuten[1]).

Allerdings könnten große Förderwagen nicht oberhalb der ·le verwendet werden, weil ihre Handhabung auf den Ge- ·len in Bremsbergen und Bremsschächten zu große Schwierig- ·en machen würde. Die Einführung von großen Förderwagen der Sohle würde daher voraussetzen, daß die Rutschenförde- ·g, die für den Abbau heute bereits eine große Bedeutung hat, bis zur Sohle fortgesetzt würde. Daneben kommt allerdings noch die Möglichkeit in Betracht, den Förderweg in drei selbständige Förderkreisläufe zu zerlegen, nämlich den Schacht-, den Strecken- und den Abbaukreislauf. In diesem Falle würden also für die Förderung oberhalb der Sohle Förderwagen der bisherigen Abmessung oder noch leichtere Wagen benutzt werden

Abb. 50 bis 54. Querprofile der Benzol- und Druckluftlokomotiven der Ruhrtaler Maschinenfabrik für Grubenbetrieb.

Abb. 50 bis 53. Benzollokomotiven. Abb. 54. Druckluftlokomotive.

können, die dann mit Rücksicht auf ihre geringe Beanspruchung ein geringeres Leergewicht erhalten könnten.

Von andern Fördervorrichtungen scheiden die Schüttelrutschen wegen ihrer zu hohen Kosten durch Kraftbedarf und Verschleiß aus.

Die Saugluftförderung dürfte sich ebenfalls zu teuer stellen, macht auch wegen der verschiedenen Korngrößen, die gleichzeitig zu fördern sind, Schwierigkeiten.

Dagegen scheint der Gurtförderer einige Aufmerksamkeit zu verdienen. Er würde sich durch folgende Vorzüge auszeichnen: große Leistungsfähigkeit bei geringem Kraftbedarf (bei 50 cm nutzbarer Breite, 12 cm durchschnittlicher Schichthöhe und 0,8 m/s Geschwindigkeit würde sich bereits eine Förderleistung von rd. 150 t/h für ein Band ergeben), schonende Behandlung der Kohlen, Ersparnis an Förderleuten, geringe Abhängigkeit vom Gebirgsdruck, Wegfall der Entgleisungs- und Zusammenstoßgefahr, der Unfälle durch Bauch-, Brust-, Bein- und Fingerquetschungen, der Ausgaben für Kuppler und Förderleute, der Senkungskosten für die Sohle, der Unterhaltungskosten für Schienen und Förderwagen.

Was diesen letzteren Gesichtspunkt betrifft, so seien hier einige Zahlen für eine größere Schachtanlage angeführt. Bei 2000 t Tagesförderung werden etwa 3500 Förderwagen gebraucht, die heute einen Anschaffungswert von etwa 1 Milliarde ℳ darstellen, was bei 15 vH für Tilgung und Verzinsung auf einen jährlichen Betrag von rd. 150 Mill. ℳ führen würde. Die Unterhaltung der Gleisanlagen kann auf etwa 40 Mill. ℳ jährlich veranschlagt werden. Rechnet man dazu die Ausgaben für die Antriebmaschinen und ihre Unterhaltung und die Löhne für die Förderleute, so ergeben sich Gesamtbeträge, die schon erhebliche Ausgaben für Förderbänder rechtfertigen würden. Allerdings würde man für anderweitige Förderzwecke noch ein Gleis beibehalten müssen.

Als Nachteile der Förderbänder sind anzuführen: der stärkere Verschleiß, die schwierigere Kohlenverrechnung, die schwierigere Bedienung von Zwischenförderstellen und die Staubentwicklung im einziehenden Wetterstrom. Der Verschleiß hängt nicht nur vom Stoff der Förderbänder, sondern besonders auch von der richtigen Verlagerung ab, und gerade diesen letzten Gesichtspunkt wird man für die Grubenförderung besonders in den tiefern Gruben in den Vordergrund zu stellen geneigt sein.

Immerhin würden diese Schwierigkeiten noch nicht den Stab über die Gurtförderung zu brechen gestatten. Jedoch würde die Eingliederung dieses Fördermittels in den bergmännischen Betrieb (Abbau, Gewinnung, Bergewirtschaft) so tief eingreifen, daß dessen wesentliche Umgestaltung mit dem Übergang zur Gurtförderung notwendig werden würde. Im einzelnen würden sich ähnlich wie nach Abb. 45 noch Unterschiede ergeben, je nachdem die Verhältnisse mehr auf eine gesammelte oder auf eine zersplitterte Förderung hindrängen würden.

[1678] (Schluß folgt.)

[1]) Vergl. im übrigen hierzu den beachtenswerten Aufsatz von Dipl.-Ing. Roelen, „Glückauf“ 1917 S. 54, sowie den Aufsatz des Verfassers in ·schrift für Fördertechnik 1914 Heft 17 bis 22.

Stauröhren zur Messung des Druckes und der Geschwindigkeit im fließenden Wasser.

Von Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. R. Winkel, Berlin.

Wirkungsweise der Stauröhren; Pitotröhre und Abänderungen. — Einfluß der Ablesefehler auf die Genauigkeit der Messung. — Vor- und Nachteile der Vorrichtungen zur Vergrößerung der Ablesehöhe h; innere Bewegungswiderstände in den Röhren. — Einfluß der Flüssigkeit (20 Arten) auf die Änderung der Ablesehöhe, Bestimmung des Einheitsgewichts während der Geschwindigkeitsmessung. — Eichergebnisse von 23 verschiedenen Staurohrformen namentlich im turbulenten Wasser (Schrägströmung). — Veränderlichkeit des Beiwerts c.

Unter den verschiedenen Verfahren, die Geschwindigkeit und den Druck im fließenden Wasser an einer bestimmten Stelle durch Beobachtung zu bestimmen, hat die Messung mittels Stauröhren eine große Bedeutung erlangt. Die Wirkung einer solchen in das strömende Wasser eintauchenden und am Ort befestigten Röhre beruht bekanntlich darauf, daß durch den Widerstand ihrer der Strömung entgegengerichteten Fläche die Strömenergie des Wassers in Druckenergie umgewandelt wird. Wenn das Rohr unten rechtwinklig umgebogen ist, so daß die untere Rohröffnung der Strömung gerade entgegensteht, so drückt das mit der Geschwindigkeit v herankommende Wasser die bis zum Wasserspiegel reichende Wassersäule in der Röhre um ein gewisses Maß Δ empor, das mit der Geschwindigkeitshöhe $\frac{v^2}{2g}$ in unmittelbarer Beziehung steht. Wegen dieser Eigentümlichkeit ist die Bezeichnung „Stauröhre" berechtigt. Die Höhe Δ würde mit $\frac{v^2}{2g}$ völlig übereinstimmen, wenn nicht die am Rande der unteren Rohröffnung seitlich ausweichenden Wasserteilchen den Druck in der Öffnung (Staudruck) ändern würden. Das für die betreffende Röhre gültige Gesetz $\Delta = f\left(\frac{v^2}{2g}\right)$ muß also in jedem Falle durch Eichung ermittelt werden; ist es bekannt, so läßt sich aus dem beobachteten Wert von Δ die Geschwindigkeit des Wassers an der unteren Rohröffnung berechnen.

Da das Ablesen der Stauhöhe Δ unmittelbar über dem Wasserspiegel des Flusses Schwierigkeiten bereitet, führt man das Beobachtungsrohr aus Glas hinreichend hoch über das Wasser empor und versieht es oben mit einem Hahn, den man schließt, sobald man die Wassersäule im Rohre bis in Augenhöhe des Beobachters emporgesaugt hat. Außerdem benutzt man ein zweites Vergleichsrohr, das unten eine Öffnung hat, deren Ebene in der Strömrichtung der Wasserfäden liegt; in dieser Röhre tritt keine Stauwirkung auf, die Wassersäule reicht aber darin gerade bis zum Wasserspiegel. Allerdings treten auch hier kleine Störungen auf, weil sich das unmittelbar an der Öffnung vorbeifließende Wasser an der der Strömung zugewandten Kante ablöst und dadurch in der Öffnung (wenn auch nur kleine) Wirbel erzeugt. Die dadurch bedingte Höhenabweichung vom Wasserspiegel beträgt indessen nur einen kleinen Bruchteil der entsprechenden Stauhöhe und kann ebenfalls durch die Eichung der Röhre festgestellt werden. Das zweite Rohr II zeigt somit den Druck an der untern Rohröffnung an, der auch bei ruhendem Wasser vorhanden wäre (gleichbleibender Wasserspiegel an der Meßstelle vorausgesetzt), mißt also den h y d r o s t a t i s c h e n D r u c k, während das Rohr I den h y d r o d y n a m i s c h e n D r u c k angibt, der um den Staudruck größer ist. Werden beide Rohre oben unterhalb des Hahnes zusammengeführt, so stellt sich beim Emporsaugen des Wassers der Wasserstand im Rohr I um Δ höher ein als im Rohr II.

Diese ursprüngliche Form einer Stauröhre scheint zuerst von Pitot 1730 angegeben worden zu sein. Da die Stauhöhe Δ bei kleinen Wassergeschwindigkeiten (bis etwa 0,15 m/s) noch äußerst gering ist, hat man später das Rohr II ebenfalls rechtwinklig, aber entgegengesetzt zum Rohr I abgebogen, um durch die Saugwirkung an der rückwärtigen Öffnung den Unterschied der Wasserstände zu vergrößern; dieser beträgt aber nicht etwa das Doppelte der Geschwindigkeitshöhe $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$, sondern im allgemeinen wenig mehr als die Geschwindigkeitshöhe. Auch sonst führen Anwendung und Versuch ständig zu neuen Verbesserungsvorschlägen für die Pitotröhre, so daß heute viele Formen von Stauröhren vorliegen, mit denen in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin Versuche angestellt worden sind.

Die Ablesung der Wasserstände in den Glasröhren wird durch die Meniskenbildung erschwert; je kleiner die lichte Rohrweite ist, um so höher zieht die Adhäsion das Wasser am Umfang über den Wasserstand in der Rohrmitte empor, außerdem ist bei engen Röhren die stärkere Kapillarwirkung nachteilig. Diese Nachteile treten bei Beobachtungsrohren von rd. 10 mm Weite und darüber zurück, dagegen können hier beim Übertragen der Meniskengrenzen auf die Meßteilung durch Parallaxe größere Fehler entstehen. Oft stellt sich ein Meniskus zudem etwas schräg ein, z. B. wenn die Rohrwand etwas verschmutzt ist. Sind die Röhren nicht überall genau gleich weit, so bilden sich ferner leicht Menisken von verschiedener Pfeilhöhe. Alle diese Ursachen bedingen kleine Meßfehler beim Ablesen, die besonders bei kleinem Druckhöhenunterschied erheblich ins Gewicht fallen. In der Berliner Versuchsanstalt hat sich folgendes Verfahren zur Verminderung dieser Fehlerquellen bewährt: Hinter jedem Beobachtun rohr liegt in der Länge des Meßbereiches ein Spiegelstreifen di an, der mit einer Teilung (z. B. aus aufgeklebtem Millimet papier), Abb. 1, versehen ist, und man liest stets an der u n t e r e Meniskenbegrenzung ab, die sich auch in dem Spiegel zeigt, s bald der Beobachter etwas seitlich in den Spiegel blickt. M visiert die beiden untern Meniskengrenzen so an, daß sie ei gemeinsame wagerechte Tangente haben, was man an den Te strichen leicht erkennt. Eine andre Ablesevorrichtung[1]) besteht a einem schwach federnden, am Beobachtungsrohr verschiebbaren Ri mit einem Nonius, der neben der Meßteilung liegt. Auch hier visi man die untere Meniskenbegrenzung über dem oberen Rand d Ringes an. Den Einfluß eines Ablesefehlers $\Delta h = \pm \frac{1}{2}$ mm, mit de aus allen den vorerwähnten Ursachen in der Praxis gerechnet w den kann, zeigt folgendes Zahlenbeispiel: Bei $v = 0{,}14$ m/s, al $\frac{v^2}{2g} \cong h = 1$ mm, und einem durch Eichung erhaltenen Beiw $c = 1$ entspricht dem Ablesefehler $\Delta h = \pm {}^1/_2\,\text{mm} = \left(\frac{a}{100}\right)$ 1 n ein $a = \pm 50$; die Schwankung kann also ± 50 vH von $\frac{v^2}{2g}$, al v ebenso 0,17 m/s wie 0,10 m/s betragen. Für $v = 0{,}10$ m/s, also $\frac{v^2}{2g} \cong$ $= 0{,}51$ mm, beträgt unter derselben Voraussetzung $a = \pm 1$ d. h. die aus der Ablesung ermittelte Geschwindigkeit des Wasse kann 0,14 oder 0 betragen. Für ganz geringe Geschwindigkeit nähert sich a dem Wert ∞, für $v > 0{,}14$ m/s nimmt a mit z nehmender Geschwindigkeit ab, dementsprechend wird auch d Streuung der Werte geringer.

Einrichtungen zur Vergrößerung der Ablesung (z. B. (über Wasser) werden leider gerade bei $v < 0{,}10$ m/s unzuve lässig und versagen schließlich ganz, zumal sie noch andre St rungen zeigen, die Anlaß zu neuen Fehlern geben. Demnach kann für Wassergeschwindigkeit unter etwa 0,1 (auch bis 0,14) m/s die Verwendung von Stauröhren überhaupt nicht mehr empfohlen werden.

Die Verbindung zwischen den Stauröhren und den Beobachtungsröhren bilden im allgemeinen Gummischläuche, in denen sich

Abb. 1.

Abb. 2.

beim Emporsaugen des Wassers bis zu 2 m über de Wasserspiegel Luft ausscheiden kann. Diese sammelt sich zu weilen in den etwa schwach ansteigenden Strecken der Schläuc zu einer Luftblase oder einem Luftsack, der einen positiven Al lesefehler von gleicher Höhe bedingt. Es empfiehlt sich dahe die Schläuche in den Pausen zwischen den Messungen von Lu zu befreien, indem man sie von unten nach oben fortschreiten zusammendrückt.

Um bei kleinen Wassergeschwindigkeiten den Druckhöhe unterschied in vergrößertem Maßstab ablesen zu können, ste man die Beobachtungsrohre schräg oder füllt sie mit einer a Wasser schwimmenden Flüssigkeit, indem man nach Hochsauge der Wassersäulen bis zur Augenhöhe und Schließen der Hähn

[1]) B a n k i, Energieumwandlung in Flüssigkeiten, Berlin, Julius Spring (Abb. 107).

Abb. 3, für 0° 5° 10° 20° 30° 45° 60°
ist c = 1,24 1,32 1,43 1,66 1,74 1,63 0,92

In der Sohlennähe ist Anwendung nicht zu empfehlen. Außerdem verhält sich diese Röhre gegen Schrägströmung recht ungünstig.

Abb. 4, für 0° 5° 10° 20° 30° 60 90°
ist c = 1,00 1,046 1,105 0,998 0,854 —0,492 —0,656

In der Sohlennähe nicht benutzbar. Ferner sehr empfindlich gegen Schrägströmung von unten nach oben oder umgekehrt; bei (±) 20° ist c = 0,76 bezw. (1,19).

Abb. 5, für 0° 5° 10° 20° 30° 60°
ist c = 1,18 1,25 1,42 1,41 1,44 0,785

Diese Stauröhre liefert also, wenn schon nur schwach seitlich pendelnde Strömung vorhanden ist, unzuverlässige Werte, denn der mögliche Fehler von v ist $\frac{\sqrt{1{,}42}}{\sqrt{1{,}18}} = 1{,}10$, d. h. 10 vH.

Abb. 6, für 0° 5° 10° 20° 30° 60° 90°
ist c = 0,941 0,985 0,971 0,982 0,958 0,04 —0,963

Bauart Darcy. Selbst in engen Querschnitten sowie in Wand- und Sohlennähe gut verwendbar. Für stark pendelnde Strömung (bis 30°) brauchbar, denn der mögliche Fehler von v beträgt $\frac{\sqrt{0{,}985}}{\sqrt{0{,}941}} = 1{,}025$, nur 2,5 vH. Die völlig symmetrische Rohrbildung ist im turbulenten Wasser von großem Vorteil.

Abb. 7 für 0° 5° 10° 20°
ist c = 0,998 1,030 1,033 1,089

Bis 20° ähnliches Verhalten wie die Darcy-Röhre.

Abb. 8, für 0° 5° 10° 20° 30° 60° 90°
ist c (große Öffnung) = 0,960 0,988 0,976 0,965 0,770 — —
ist c (kleine Öffnung) = 0,947 — — — 0,034 —0,358 —0,871

Bauart nach Prandtl und Rosenmüller. Verhalten bis 20° wie vor.

Abb. 9, für 0° 5° 10° 20° 30° 50° 70° 90°
ist c = 1,31 1,35 1,39 1,32 1,07 0,34 0,40 0,30

Gebers-Rohr. Bis 20° seitlich pendelnde Strömungen werden recht zuverlässig gemessen.

Abb. 10, für	0°		10°	20°	30°	40°	Röhren nach unten geneigt 10°	20°	Röhren nach oben geneigt 10°	20°
ist c_1 (obere Öffnung)	1,044		1,010	0,906	0,757	0,550	0,723	0,289	1,211	1,233
c_2 (untere „)	0,912		0,980	0,901	0,754	0,556	1,166	1,241	0,648	0,197
c_3 (seitl. „)	1,070	(Strömung von rechts)	1,179	1,171	0,943	0,600	0,981	0,908	0,947	0,850
	1,070	(„ „ links)	0,753	0,220	—0,301	—0,772				
c_4 („ „)	1,010	(„ „ rechts)	0,653	0,163	—0,329	—0,780	1,004	0,970	1,027	0,930
	1,010	(„ „ links)	1,174	1,179	0,945	0 650				

Taylor-Rohr zum Auffinden der Stromrichtung. c_3 und c_4 haben je zwei Werte, je nachdem die Strömung schräg von rechts oder von links auftrifft.

Abb. 11, für 0° 5° 10° 20° 30° 45° 90°
ist c = 1,08 1,106 1,091 1,090 0,987 0,771 —0,358

Bis 20° pendelnde Strömungen werden recht zuverlässig gemessen.

den Luftstrom darüber mit Öl, Äther, Benzol u. dergl. füllt, nachdem man die Beobachtungsröhre zuvor unten je durch einen Hahn abgeschlossen hat. Damit beim Einfüllen des Öls die Luft aus der Beobachtungsröhre leicht herausgedrängt wird, empfiehlt sich noch die Anbringung eines Luftventilhahnes. Das Gerät hat dann die aus der Abb. 2 links von der Linie AA' angegebene Gestalt. Hat die Hilfsflüssigkeit das spezifische Gewicht γ, und ist $c = 1$, so bestehen für die Wagerechte rr' die Gleichgewichtsbedingungen: $p_1 = 1\,H$ und $p_2 = \gamma\,H$; demnach ist $\Delta p = p_1 - p_2 = (1 - \gamma)\ H = 1\,h$ und $H = \left(\frac{1}{1-\gamma}\right) h = n\,h$. Für $\gamma = 0{,}9$ z. B. ist $n = 10$ und $H = 10\,h$, d. h. die ursprüngliche Ablesungshöhe $h = 1\ (p_1 - p_2)$ ist in diesem Falle auf das 10fache vergrößert worden. Bei größeren Wassergeschwindigkeiten werden aber die Beobachtungsröhren sehr lang und die Ablesung ist von demselben Beobachterstand oben nicht mehr möglich. Man kann also mit dieser Vorrichtung nur Geschwindigkeiten unter rd. 1,2 m/s bequem messen. Geschwindigkeiten von rd. 0,3 m/s an lassen sich zudem hinreichend genau auch mit den einfachen Beobachtungsröhren bestimmen. Anderseits darf man bei Geschwindigkeiten unter 0,1 m/s den Angaben des Gerätes nicht mehr großes Vertrauen schenken; sind ferner die Eintrittsöffnungen der Stauröhren klein, vielleicht 1 mm weit, und ist die innere Weite der Beobachtungsröhren groß, etwa 9 bis 11 mm und mehr, so muß man nach dem Einrichten der Stauröhren mit der Messung längere Zeit warten, bis das Wasser durch die kleinen Stauröhrenöffnungen ein- oder ausgeflossen ist; dieser Umstand wird oft nicht genügend beachtet. Bei der Verschiebung der Flüssigkeiten über die ganze Länge der Beobachtungsröhren, Schläuche und Stauröhren treten ferner innere Widerstände (Kohäsion und Wandreibung) auf, zu deren Überwindung die äußere Kraft bei kleinen Wassergeschwindigkeiten, zumal bei ungünstiger Außentemperatur, nicht mehr hinreicht. So wirkt bei $v = 0{,}1$ m/s $\left(\frac{v^2}{2\,g} = 0{,}000\,51\ \text{m} = \text{rd. } {}^1/_{20}\ \text{cm}\right)$ auf 1 cm² der Querfläche des Rohres eine Kraft von 1 g cm^{-3} 1 cm² · $^1/_{20}$ cm = 0,05 Gramm; bei $v = 0{,}05$ m/s beträgt diese Kraft nur noch 13 mg. Hiernach leuchtet wohl ein, daß man auch mit noch so großen Übersetzungen bei Wassergeschwindigkeiten von 0,05 m/s und darunter überhaupt keine zuverlässige Messung erwarten kann; $v = 0{,}05$ m/s ist auch ungefähr die Geschwindigkeit, die mit unsern heutigen empfindlichsten hydrometrischen Flügeln einigermaßen sicher meßbar ist.

Über das Verhalten der verschiedenen Hilfsflüssigkeitsstoffe (z. B. Petroleum, Anisöl, Paraffinöl, Maschinenöl, Äthyläther, Benzol, Toluol, Nitrobenzol usw.) zum Wasser hat die Abteilung für Wasserbau der Berliner

Abb. 12, für	0°	5°	10°	30°	45°	60°
ist $c =$	0,914	0,942	0,938	0,920	0,684	0,108

Abgeändertes Darcy-Rohr. Für stark pendelnde Strömung (bis 30°) anwendbar; $\sqrt{0{,}942} : \sqrt{0{,}914} = 1{,}015$, d. h. der mögliche Fehler beträgt nur 1,5 vH. Die Spitzenform hat einen Kreisbogen als Erzeugende und tangentialen Anschluß. Die völlig symmetrische Ausbildung des Staurohres bietet in turbulenter Strömung großen Vorteil.

Abb. 13, für	0°	5°	10°	20°	30°	40°
ist $c =$	1,47	1,46	1,43	1,46	1,37	1,05

Bis 20° pendelnde Strömungen werden noch zuverlässig gemessen. In engen Querschnitten (z. B. in engen Rohren) nicht verwendbar.

Abb. 14, für	0°	5°	10°	20°	30°	45°
ist $c =$	1,38	1,46	1,48	1,435	1,48	1,17

Eine Abart bildet die Kugelröhre mit einer Messingkugel von 20 mm Dmr., welche vorn und unten Öffnungen von 2 mm Dmr. hat. Diese Röhre liefert für

	0°	5°	10°	20°	30°	45°	60°
$c =$	1,32	1,33	1,34	1,30	1,20	0,71	0,26

Abb. 15, für	0°	5°	10°	20°	30°	60°	bei +20° lotrechter Abweichung v. d. wagerechten Achse (wie bei Abb. 4)	+10°	−10°	−20°
ist $c =$	0,66	0,67	0,71	0,75	0,96	−0,11	0,56	0,60	0,79	0,92

Röhre nach Blasius. Bei Schrägströmung ungünstig.

Abb. 16, für	0°	5°	10°	20°	40°	60°	90°
ist $c_I =$	0,90	0,897	0,874		0,757	0,531	−1,1[illegible]
$c_{II} =$	0,934	0,928	0,925	0,860	0,172	−0,922	−0,7[illegible]
$c_{III} =$	0,949	0,940	0,942	0,928	0,885	0,536	−0,3[illegible]

Abb. 17, für	0°	2,5°	5°	10°	20°	30°
ist $c =$	1,10	1,032	0,953	0,750	0,348	0,101

Röhre nach Beyerhaus. Sehr empfindlich gegen schräg gerichtete Strömungen, also gegebenenfalls Anzeiger für die Strömungsrichtung, für Geschwindigkeitsmessungen aber wenig geeignet.

Abb. 18, für	0°	2,5°	5°	10°	20°	30°	60°	90°
ist $c =$	0,810	0,837	0,479	0,184	0,069	0,064	−1,189	−0,038

Für diese Röhre nach Beyerhaus gilt dasselbe wie für die vorige Röhre.

Abb. 19, für	0°	5°	10°	15°
ist $c =$	1,89	1,835	1,60	1,33

Röhre nach Blasius vergl. Zentralblatt der Bauverwaltung 1909 Nr. 84.

Abb. 20, für	0°	5°	10°	20°
ist $c =$	1,85	1,80	1,665	1,31

Röhre nach Blasius.

Versuchsanstalt planmäßige Versuch angestellt. — Man unterscheidet dr Gruppen solcher Flüssigkeiten: 1. Hilfsflüssigkeiten mit $\gamma < 1$, 2. solche mi $1 < \gamma < 2$ und 3. solche mit $\gamma >$ Flüssigkeiten der Gruppen 1 und vergrößern, solche der Gruppe 3 ver kleinern die Ablesehöhe in den Beob achtungsröhren. Für die letzten beide Gruppen muß man Beobachtungsröhre von stehender U-Form verwende wofür $H = \frac{1}{\gamma - 1} h = n h$ ist.

Flüssigkeiten, deren spezifische Gewicht dicht an 1 liegt, vergrößer zwar theoretisch am stärksten die Ab lesehöhe, sie neigen aber oft daz sich unter Schlierenbildung mit de Wasser zu mischen, und sind deshal hier unverwendbar.

Gruppe I: $\gamma < 1$.

1) Äthyläther (0,74) $n = 3{,}85$, gute Meniskus am Wasser, veränder aber allmählich etwas sein Ein heitsgewicht bei der Berührun mit Wasser.
2) Anisöl (0,98 bis 0,99) $n = 50$ bis 10 haftet und erstarrt leicht am Glas hat Neigung zur Schlierenbildun im Wasser.
3) Benzol (0,884) $n = 8{,}6$, muß gefärb werden (z. B. mit Jod); guter Me niskus, bildet aber nach längere Berührung mit Wasser eine Haut schicht an der Trennfläche. Gum mischläuche werden stark an gegriffen.
4) Fenchelöl (0,97) $n = 33{,}3$; ähnliche Verhalten wie Anisöl (s. 2).
5) Kampferöl (0,92) $n = 12{,}5$; wir vom Wasser angegriffen, als nicht beständig.
6) Leinöl (0,94) $n = 16{,}7$; Rizinusö (0,97); Rüböl (0,91); Olivenö (0,92); Terpentinöl (0,87) un Tran (0,92) $n = 12{,}5$; bilden be Berühren mit Wasser z. T. Schlie ren, z. T. Emulsionen mit Tr bung.
7) Mineralöle (Maschinenöle) (0,9 bis 0,93) $n = 10$ bis 14; haften z. T stark am Glase, zeigen wenig B ständigkeit, z. T. stark zähflüssi
8) Paraffinöl (0,868) $n = 7{,}7$; gute Meniskus am Wasser, beständi haftet aber leicht an der Glas wandung.
9) Petroleum (0,79 bis 0,82) $n = 4$ bis 5,6; haftet etwas an der Gla wandung, bildet nach längere Berührung mit Wasser eine Haut schicht an der Trennfläche.
10) Toluol (0,872) $n = 7{,}8$; guter Me niskus, verändert sich auch be monatelanger Berührung m Wasser nicht; braucht nicht ge färbt zu werden, weil es star lichtbrechend ist; ist demnach al recht geeignet zu bezeichnen.

Gruppe II: $1 < \gamma < 2$.

1) Anilin (1,02 bis 1,04) $n = 50$ bis 25 zeigt Neigung zur Schlierenbil dung bei der Berührung mi Wasser.
2) Nitrobenzol (1,15 bis 1,20) $n = 6$, bis 5; erstarrt u. U. schon bei + C. Der Dunst ist gesundheits schädlich; nach einiger Zeit bil det sich in der Trennschicht zwi

schen Wasser und Nitrobenzol eine weißlich graue Hautschicht, die zerreißt und im Wasser als Flocken schwimmt. Der Meniskus ist nicht beständig.

) **Schwefelkohlenstoff** (1,29) $n = 3{,}45$; dünnflüssig, haftet nicht am Glas und ist beständig, also als geeignet zu bezeichnen. (Geruch ist lästig.)

Gruppe III: $\gamma > 2$.

) **Bromoform** (2,9) $n = 0{,}53$; guter Meniskus, der gegen das Wasser schwach konvex ist. Geruch unangenehm; giftig! Bei längerem Stehen trübt sich Bromoform etwas; ganz geringe Löslichkeit im Wasser scheint vorhanden zu sein.

) **Quecksilber** (13,5 bis 13,9) $n = 0{,}08$ bis 0,078; beständig und gut geeignet.

Viele der in Frage kommenden Flüssigkeiten können all-ihlich, wenn auch wenig ihr spezifisches Gewicht ändern, so-ld sie mit Wasser in Berührung kommen, so daß bei Messun-n, die längere Zeit in Anspruch nehmen, Fehler entstehen nnen. Daher hat Dr.-Ing. eh. H. Krey die in der Abb. 2 rge-tellte Einrichtung vorgeschlagen, womit man das spezi-che Gewicht der Hilfsflüssigkeit während der Messung nach-üfen kann. Zu diesem Zweck werden außer der Höhe H ch die Höhen a und b abgelesen. Für die wagerechte Ebene rch rr' (oder für den Punkt B) gilt dann, wenn das Ein-itsgewicht des Wassers 1 ist,

$$[\gamma b + \gamma z] + [1\,y + 1\,a] - [\gamma z + 1\,b] - 1\,y = 0$$

er $\gamma b + 1\,a = 1\,b$ und $\gamma = \frac{b-a}{b} = 1 - \frac{a}{b}$.

mnach mit der früher gefundenen Beziehung:

$$H = \frac{p_1 - p_2}{1 - \gamma}$$

$$H = \frac{b}{a}(p_1 - p_2).$$

rch das Verhältnis $\frac{a}{b}$ wird das jeweilige Einheitsgewicht der ertragungsflüssigkeit im Augenblick der Messung gekenn-ichnet, so daß z. B. mit diesem Apparat auch Äthyläther ver-ndbar ist, dessen Vergrößerungswert von rd. 3,85 vielfach nstig ist.

Nebenstehend sind, beginnend auf S. 571 mit Abb. 3, von den chtigsten Formen der Stauröhren, welche in der Berliner Ver-chsanstalt untersucht wurden, die Eichergebnisse sowie etwa sondere Eigenarten und die Beiwerte c für $h = c\,\frac{v^2}{2\,g}$ mitgeteilt. e Winkelgrade beziehen sich auf die im allgemeinen nur wage-cht gemessene Abweichung der Strömung von der Flächennor-len der vorderen Staurohröffnung (turbulente Strömung).

Da in der Praxis immer Strömungen vorhanden sind, welche e Stauröhre bald schräg von oben oder unten, bald schräg von r Seite treffen (Turbulenz), so sind diejenigen Stauröhren zuverlässigsten, deren Beiwert für Strömungen bis etwa $\pm 20°$ m Cosinusgesetze folgt oder wenigstens in diesem Bereiche hezu gleichbleibt. Daher sind ferner allseits symmetrische auröhren besonders geeignet. In Abb. 23 sind die c-Werte hängig vom Winkel schräg auftreffender Strömung für einige r beschriebenen Stauröhren aufgezeichnet. Kleinere Schwan-ngen der Beiwerte ergeben bei der Berechnung der Geschwin-keit $v = \sqrt{c}\cdot\sqrt{2\,g\,h}$ nur geringe Abweichungen, z. B. bei m Rohr Abb. 6 nur $\frac{\sqrt{0{,}985}}{\sqrt{0{,}941}} = 1{,}025$, d. h. 2,5 vH, und b i m Rohr Abb. 12 sogar nur 1,5 vH im Bereich von $\pm 20°$ Pendelung; diese Stauröhre ist also von allen hier unter-chten die günstigste. Im allgemeinen bleibt der Beiwert einer lichen Stauröhre für verschiedene Geschwindigkeiten annähernd eich; ob dies aber auch für Geschwindigkeiten wesentlich unter m/s zutrifft, läßt sich kaum sicher feststellen, weil dann die ssung nicht mehr zuverlässig genug ist. Auch darum muß von abgeraten werden, solche Wassergeschwindigkeiten mit Stau-hren zu messen. Stauröhren, deren Beiwert sich mit der Wasser-schwindigkeit stark ändert, sind für praktische Zwecke un-eignet. Bei Abb. 21 und 22 wird die Wasserbewegung im Rohr-nern anscheinend durch die Reibungswiderstände stark beein-ßt. Die Untersuchung ergab, daß hier c dem Reynoldschen nlichkeitsgesetz folgt. Während der Drucklegung wurden se Untersuchungen mit Venturi-Röhren fortgesetzt.

Nach den vorstehenden Ausführungen liefert die Messung s Druckes und der Geschwindigkeit im fließenden Wasser mit

Abb. 21, für 0° 5° 10° 20° 40° 60° 90° } für $v = 0{,}8$
ist $c = 2{,}35$ 2,37 2,43 2,39 2,46 1,16 1,85 } bis 1 m/s

Von der Versuchsanstalt für einen besonderen Zweck benutzte Röhre, für stark pendelnde Strömung (bis 40°) brauchbar, der c-Wert ändert sich indessen mit v:

für $v =$	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0 m/s
ist $c =$	1,61	2,01	2,39	2,60	2,74	2,84	2,92

und der Beiwert des vorderen Staurohres allein:

0,12	0,67	0,92	0,98	0,99	0,99	0,99

Abb. 22, für 0° 5° 10° 20° 30° 60° 90° } für $v = 0{,}5$
ist $c = 3{,}091$ 3,096 3,114 3,224 3,129 0,922 −0,215 } bis 2 m/s

Zeichnet (wie bei Abb. 24) sich durch großen c-Wert aus. Für stark pendelnde Strömung (bis 30°) brauchbar. Der c-Wert (für ∡ 0°) ändert sich indessen mit v:

für $v =$	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0 m/s
ist $c =$	1,80	2,90	3,28	3,45	3,56	3,65	3,72

und der Beiwert des vorderen Staurohres allein:

$c =$	0,20	0,71	0,94	0,98	0,99	0,99	0,99

Wenn in die vordere Einströmöffnung der Düse ein kleines schraubenförmig gebogenes Blech eingesetzt wurde, war der Beiwert des ganzen Rohres:

$c = 1{,}8$ 2,0 2,0 2,0 2,0,

also gleichmäßiger als zuvor.

Abb. 23. Schaubild der c-Werte.

Stauröhren für die in unseren Flüssen hauptsächlich vorkommenden Geschwindigkeiten von etwa 0,2 bis 3 m/s recht zuverlässige Ergebnisse, wenn mit Rücksicht auf die pendelnden Schrägströmungen des turbulent fließenden Wassers (Flechtströmung) solche Röhren benutzt werden, welche auch für um $\pm 20°$ abweichende Schrägströmungen ihren Beiwert c nur so wenig ändern, daß dadurch allein in der Bestimmung von v keine abweichenden Fehler von mehr als ± 5 vH entstehen. Besonders günstig sind völlig symmetrisch gebaute Rohrformen.

Wassergeschwindigkeiten zwischen etwa 0,1 m/s und 0,15 m/s lassen sich **ohne Vorrichtung zur Vergrößerung der Ablesehöhe** nicht sicher genug ermitteln.

Für Wassergeschwindigkeiten, die wesentlich kleiner als 0,1 m/s sind, versagen auch alle Vorrichtungen zur Vergrößerung der Ablesehöhen mehr oder minder. [1697]

RUNDSCHAU.

Beleuchtungstechnik.

Zweiter Jahrestag der Lichttechnischen Gesellschaft am 17. April 1923 in Karlsruhe.

Jahresbericht des Vorsitzenden.

Prof. Dr. Teichmüller wies zunächst auf das zehnjährige Bestehen der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft im vergangenen Jahre hin — so jung ist erst die Pflege der Licht- und Beleuchtungstechnik in Deutschland — und auf die Eröffnung des ersten Lichttechnischen Instituts an einer deutschen Technischen Hochschule, in Karlsruhe, das am 1. Juni v. J. in Betrieb genommen und als Lehr- und Forschungsinstitut stark beschäftigt ist, so daß die Notwendigkeit seiner Gründung als erwiesen angesehen werden muß. Er führte sodann folgendes aus: Bei der erst seit kurzem aufgenommenen ernsthaften Pflege der Lichttechnik hat sich gezeigt, daß in den vorbereitenden und grundlegenden Wissenschaften, insbesondere der Sinnesphysiologie, noch vieles zu bearbeiten ist, was der Lichttechnik als Grundlage zur weiteren Verarbeitung dienen muß. So können noch nicht einmal zahlenmäßig genaue Angaben gemacht werden über die Stärke der Beleuchtung und die Stärke der Leuchtkontraste, die zum deutlichen Sehen und schnellen, unbeirrten Wahrnehmen und Erkennen unter mannigfaltig geänderten Verhältnissen Vorbedingung sind, und auch über den Einfluß der Lichtfarbe auf die Sehschärfe und die Ermüdung des Auges liegen noch keine abschließenden Messungen vor; zurzeit werden Messungen zur Beantwortung der letzteren Frage im Lichttechnischen Institut ausgeführt.

Über die Bedeutung der Blendung für die Erkennbarkeit herrschen noch wenig klare Ansichten; auch das im Jahre 1921 von Bloch herausgegebene Buch „Lichttechnik" behandelt die Blendung fast nur in ihrer hygienischen Bedeutung, während die Beeinträchtigung der Sehschärfe durch sie kaum erwähnt ist. Zwar kann erfreulicherweise festgestellt werden, daß im letzten Jahre diese beiden Fragen in ihrer Bedeutung mehr erkannt und wertvolle Beiträge zu ihrer Beantwortung gegeben worden sind, aber endgültig sind sie noch nicht gelöst.

Diese wenigen Beispiele lassen erkennen, nicht nur wie die Lichttechnik auf physio-psychologische Untersuchungen als Grundlagen angewiesen ist, sondern auch wie die nun selbständig gewordene Lichttechnik diese grundlegenden Wissenschaften beeinflussen und anregen muß. Es ist natürlich, daß die Lichttechnik selbst angreift, um solche Fragen zu lösen; eine genauere Grenze zwischen den grundlegenden. vorbereitenden Wissenschaften und der eigentlichen Lichttechnik ist ja schlechterdings überhaupt nicht zu ziehen.

Einigermaßen klar liegt der Weg für die Fortschritte auf dem Gebiete der Lichterzeugung. Zur Klärung haben theoretische und praktische Untersuchungen der letzten Zeit beigetragen, die uns eigentlich belehrt haben, daß wir auf dem falschen Wege sind, wenigstens wenn wir im beschämenden Bewußtsein, daß der Wirkungsgrad der Umsetzung von Energie in Licht sehr schlecht ist, diese Zahl auf die in der Technik sonst gewohnte Höhe der Wirkungsgrade heben wollen. Wollen wir das, so müssen wir darauf verzichten, den Temperaturstrahler weiter auszubilden, und uns der technischen Ausbildung des Lumineszenzstrahlers mit allem Ernst zuwenden.

Erhebliche Fortschritte sind auf dem Gebiete der Lichterzeugung nicht zu verzeichnen. Bemerkenswert ist die Ausbildung und Verbreitung der elektrischen Glimmlampe, die ihr Verwendungsgebiet da hat, wo kleine Lichtströme von mildem Licht am Platze sind. Sie war als Nachtbeleuchtung in Krankenräumen und Fluren gedacht, hat aber im letzten Jahr auch zur Beleuchtung von Kinos, insbesondere der Treppenstufen in dem dunklen Zuschauerraum, Verbreitung gefunden. Ein andres aussichtsvolles Anwendungsgebiet hat sie als Buchstabenlampe zur Herstellung von Reklameschrift. Neuerdings scheint es, als ob sie mit schwachem Gelbfilter auch als Dunkelkammerlampe gute Dienste leisten werde.

Im Wettbewerb mit der Glimmlampe sind Glühlampen für kleine Lichtströme nach andrer Konstruktion gebaut worden; hier ist die Kondensatorlampe einer holländischen Fabrik zu nennen. Im Anschluß daran sei die Argentalampe desselben Ursprungs erwähnt, eine Glühlampe mit Glasballon aus Milchglas von geringer Leuchtdichte, und endlich die Wolfram-Bogenlampe, bei der ein Lichtbogen zwischen Wolfram-Elektroden im luftdicht abgeschlossenen, gasgefüllten Raum entsteht, der die Elektroden zum Glühen bringt, eine Lampe, die als punktförmige Lichtquelle (z. B. für Lichtbildwerfer) von großer Bedeutung zu werden verspricht. Als Zeichen der Zeit ist die Tatsache zu bewerten, daß die Erneuerung durchgebrannter Glühlampen jetzt mit Erfolg und Vorteil betrieben wird, nachdem die in früheren Jahren immer wieder angestellten ebendarauf gerichteten Versuche keinen Erfolg gehabt hatten.

Das Gas ist von seiner früher alleinigen Aufgabe der Erzeugung des Lichtes weiter zurückgetreten. Das ist zu einem erheblichen Teil eine Folge des schlechten Gases in der Zeit der chronisch gewordenen Kohlennot. Es wäre verfrüht, dem Gaslicht die Zukunft absprechen zu wollen. Davor muß schon die Erinnerung an den ungeheuren Aufschwung bewahren, den vor etwa 30 Jahren das von dem elektrischen Licht scheinbar gänzlich besiegte Gaslicht durch das Auerlicht wieder genommen hat. Das freilich muß fraglos zugegeben werden, daß es ohne das elektrische Licht die moderne Lichttechnik nicht gäbe. Petroleum und Azetylen haben sich an Orten, die durch elektrische Energie nicht zu erreichen sind, oder in Fällen, wo diese Energie aus andern Gründen nicht anwendbar ist, nicht nur behauptet, sondern ihr Verbrauch ist teilweise sogar nicht unbeträchtlich gesteigert.

Die Forderung größter Wirtschaftlichkeit bei Lichterzeugung u Beleuchtung drängt mehr und mehr zu einer Beseitigung klei Lampen und Zusammenfassung zu großen Lichtquellen-Einheiten. Dieser Übergang ist in vielen bemerkenswerten Beispielen erkennen. Eins davon bieten die Wartesäle des Hauptbahnhofs Frankfurt am Main, wo die früheren riesigen künstlerisch-ornamen gestalteten Kronleuchter mit ihren zahlreichen Glühlämpchen durch jedem Saale) vier Gasfüllungs-Glühlampen ersetzt sind.

Die Zusammenfassung kleiner Einheiten zu großen, die da, wo Wirtschaftlichkeit nicht mißachtet zu werden braucht, nicht aufzuhal sein wird, und die damit verbundene andre technische Gestaltung Lampenausrüstungen übt auch ihren Einfluß auf die künstlerisc Gestaltung aus. Kunst und Kunstgewerbe, die bei diesem Üb gang zunächst fast ganz ausgeschaltet waren, werden nachkomn müssen und nun dem nach lichttechnischen Grundsätzen Geformten e gefällige künstlerische Form zu geben haben. Dies ist, entgegen d früher Üblichen, wo sich der Lichttechniker dem Kunstgewerbler unt zuordnen hatte, der richtige Weg. Es ist erfreulich, den Beginn die gesunden Einflusses der Lichttechnik auf das Kunstgewerbe feststell zu können.

Ein andrer Einfluß der modernen Lichttechnik auf die Lamp ausrüstungen ist in wesentlich technischer Richtung zu spüren: M konstruiert die Ausrüstungen in typisch verschiedenen Formen, je nac dem sie den Lichtstrom hauptsächlich nach oben oder nach unten, sammengefaßt oder breit seitlich hinausstrahlen sollen, und nennt nach dem Vorgang einer Leipziger Firma dementsprechend: Ho strahler, Tiefstrahler oder Steilstrahler, Flachstrahler oder Breitstrah und Freistrahler. Es ist bemerkenswert, wie hier die Einführung stimmter Namen der Sache gedient hat, — eine Mahnung, der Nam gebung ernste Aufmerksamkeit zu widmen.

Die Ausbildung der Lampenausrüstungen zu geeignet Formen für die Erfüllung bestimmter Aufgaben beruht auf technisc wissenschaftlicher Behandlung der einzelnen Teile, insbesondere des R flektors. Aber nur zum Teil, zum andern ist sie das Ergebnis einfacl Empirie. Wichtige experimentelle Untersuchungen des Reflektors, vielleicht zu einer gewissen Typisierung führen werden, sind im Gang Zur Kennzeichnung der technischen Leistung der Ausrüstungen suc man einen für diesen Zweck neuen Begriff, den des Wirkungsgrac einzuführen. So nahe der liegt und so zweckmäßig er zu sein schei so werden doch gegen ihn erhebliche Bedenken ins Feld geführt. der Reklame und im Wettbewerb der Firmen untereinander kann M brauch und Unfug damit getrieben werden. Wissenschaftliche und g schäftlich-praktische Interessen stehen gegeneinander.

Ähnlich ist es mit der Bewertung der Glühlampen. M hat sehr verständiger Weise endlich die früher hierfür allein üblic Lichtstärke beseitigt und den Lichtstrom an ihre Stelle gesetzt. I Fabrikanten haben aber ihre Zustimmung dazu versagt, daß dieser Lic strom zur Kennzeichnung der Lampenleistung der Lampe aufgestemp werde, sondern stempeln den elektrischen Leistungsverbrauch auf, w zur Folge hat, daß die Glühlampen allgemein nach der Leistung, die aufnehmen, und nicht nach der, die sie liefern, bewertet und genar werden, ein in der wirtschaftlichen Technik wohl einzig dastehen Fall. Eine Verminderung des Lichtstromes bei derselben Leistungsa nahme, also eine Verschlechterung der Lampen, die in der letzten Z nach Ausweis der Preisverzeichnisse mehrmals vorgekommen ist, g dabei am Verbraucher spurlos vorüber. Das ist meiner Ansicht na ein unhaltbarer Zustand.

Daß es zu einer so verkehrten Festsetzung kommen konnte — tr entschiedensten Widerspruchs von mehreren Seiten —, daran ist z Teil der Mangel einer internationalen Lichteinheit schuld. Die V treter jenes Standpunktes führten an, daß man wohl bei Angabe Leistungsaufnahme in Watt, nicht aber bei Angabe des Lichtstron international eindeutige Aussagen mache. Das trifft zu. Denn in ein Entente cordiale hatten sich wenige Jahre vor dem Krieg Englar Frankreich und die Vereinigten Staaten von Amerika durch heimlic Verständigung auf eine Einheit der Lichtstärke, die Grundeinheit photometrischen Messung, geeinigt, die vor der deutschen Einheit, Hefnerkerze, nur den — im Sinne jener Staaten allerdings sehr deutenden — Vorzug hatte, nicht deutsch zu sein. Dabei geben j Staaten die Überlegenheit der deutschen Einheit dadurch zu, daß ihre neue Einheit auf die deutsche zurückführen. Wohl nie ist auf d Gebiete der Wissenschaft eine solche Torheit begangen worden, w hier, indem eine politische Gegnerschaft in einer uns Deutschen ga unverständlichen krassen Weise auf das technisch-wissenschaftliche G biet übertragen wurde, — wohl bemerkt vor dem Kriege!

Damals konnten wir wenigstens noch mit Erfolg Einspruch geg die Bezeichnung der neuen Einheit als der „internationalen" erhel Heute wird dieser falsche Ausdruck auf jener Seite selbstverständli ohne jede Rücksicht gebraucht. Bei dieser Einstellung unsrer, wie m zu sagen pflegt: ehemaligen, Feinde ist an ein internationales sammenarbeiten noch nicht zu denken. Um so fleißiger müssen wir unsern Grenzen mit der uns eigenen Sorgfalt arbeiten, bis die da drauß empfindlich merken, daß sie sich zu Unrecht einreden, die deutsche A beit bei den notwendigen internationalen Arbeiten zur Förderung d Wissenschaft entbehren zu können.

Die Ausrüstungen können nicht nur den Zweck haben, den Lich strom zu formen, sondern auch ihn zu färben. Wir sehen, nachd vor einigen Jahren eine Münchner Firma zielbewußt vorangegangen w die neuere Lichttechnik lebhaft an der Arbeit, solche Ausrüstungen

…ffen, die durch Filtrierung des in elektrischen Glühlampen erzeugten …tes diesem die Farbe des Tageslichtes geben. Die Ar…en in dieser Richtung setzen die Möglichkeit voraus, die Farbe des …tes genau zu messen. Leider ist ein hierzu gebräuchlicher Apparat, … Messungen im Lichttechnischen Institut gezeigt haben, fehlerhaft. …st nicht anzunehmen, daß sich diese Fehler beseitigen lassen; man … zu den umständlichen Messungen mit dem Spektrophotometer zu…kehren müssen. Vielleicht wird ein auf ganz neuen Grundsätzen …hendes Verfahren zur Bestimmung der Lichtfarbe, das wir unserm …igen Institut für wissenschaftliche Photographie und technische …ochemie unter Prof. Kögel verdanken, berufen sein, auf diesem …et eine wichtige Rolle zu spielen. Hand in Hand mit allen diesen …eiten muß notwendigerweise die Schaffung von Einheiten für far…s Licht gehen. Der Vorschlag von Eitner, auch hierfür die, …rlich in ihre Spektralfarben zerlegte Hefnerkerze zu benutzen, …ient ernsteste Beachtung.

Können wir auf allen diesen Gebieten mit Genugtuung ein ruhiges …erfolgreiches Arbeiten feststellen, so sieht es auf dem Gebiete …öffentlichen und privaten, insbesondere auch der Verkehrs…euchtung noch recht trübe aus. Weite Kreise der Technik …im öffentlichen Leben bringen der Lichttechnik noch sehr geringes …tändnis entgegen. Ich werde nicht ermüden, immer wieder auf die …rantwortlichen Fehler hinzuweisen, die von den Eisenbahnverwal…en in dieser Hinsicht gemacht werden. Langsam beginnt es aber … hier besser zu werden. Mehrere an das Lichttechnische Institut … seiten der Industrie gerichtete Anträge auf Verbesserung ihrer …uchtungseinrichtungen sind erfreuliche Anzeichen dafür.

Fast gänzlich ablehnend oder zum mindesten gleichgültig ver…en sich höchst auffälligerweise immer noch die Architekten, …gstens in unserer Gegend; in andern Gegenden sollen Anzeichen … Besserung bemerkbar sein. Dabei ist, wenn man aus dem, was …rchitektonischen Hand- und Lehrbüchern über Beleuchtung durch …rliches und künstliches Licht gesagt ist, Schlüsse ziehen darf, eine …erung der lichttechnischen Kenntnisse der Architekten dringend …g. Hübsche Arbeiten des letzten Jahres, die den Architekten in …r Richtung dienen sollten, z. B. eine Arbeit über die Lichtdurch…keit von Doppelfenstern, die im physikalisch-technischen Institut …ünchen ausgeführt worden ist, und ein Verfahren zur Bestimmung … Beleuchtungsstärke von Innenräumen, das Prof. Ondracek in … mit der von mir angegebenen Raumwinkelkugel ausgearbeitet hat, …nt von den Architekten wenig beachtet zu sein. Dieses neue Ver…en ist dazu geeignet, dem sogenannten Wirkungsgradverfahren zur …immung der Beleuchtungsstärke von Innenräumen eine neue Stütze …eben, einem Verfahren, das sich mehr und mehr durchgesetzt hat.

Die öffentliche Beleuchtung, d. h. die Beleuchtung … Straßen und Plätzen durch künstliches Licht, hat sich bald nach …digung des Krieges wieder zu heben begonnen. Gespart wird …lich auch hier. Bei diesem Sparen sollte man vor allem auf eine …tigung unzweckmäßiger Beleuchtungsmittel und Beleuchtungs…n und Ausbildung von Verbesserungen bedacht sein. Die Ver…erung der öffentlichen Beleuchtung wird natürlich ganz besonders …en Orten dankbar empfunden, in denen die künstliche Beleuchtung …n der Fliegergefahr ganz eingestellt war. Leider scheint die Statistik der Verkehrsunfälle und Vergehen noch nicht zur Beantwortung der Frage gelangt zu sein, in welchem Maße die öffentliche Beleuchtung einen Einfluß auf deren Zahl und Größe ausübt. Es wäre dringend zu wünschen, daß das, soweit es heute noch möglich ist, bald noch geschehe.

Gute Arbeit ist von den auf unserm Gebiet arbeitenden Kommissionen der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft und des Verbandes Deutscher Elektrotechniker im verflossenen Jahre geleistet worden, nachdem ihre Tätigkeit durch den Krieg lange unterbrochen war. Hier muß auf die Neubearbeitung und erhebliche Umgestaltung der Normen hingewiesen werden, die ja weit über den Kreis dieses Verbandes hinaus Bedeutung erlangt haben. Die sieben bisher bestehenden Normen und Vorschriften auf dem Gebiete sind jetzt unter dem Titel: Licht, Lampen, Beleuchtung, zusammengefaßt. Hervorheben möchte ich aus ihnen, nachdem ich oben schon die Einführung des Wirkungsgradbegriffes zur Kennzeichnung und Stempelung der Glühlampen erwähnt habe, jetzt noch die Einführung der Senkrechtbeleuchtung als einer Größe, die neben der Wagerechtbeleuchtung zum Kennzeichnen der Beleuchtung von Außen- und Innenräumen Bedeutung hat.

An einem einfachen Verfahren zur Messung der erzielten Beleuchtungsstärke und einem einfachen Gerät dazu hat es bis vor kurzem gefehlt. Die Geräte sind teuer und umständlich zu handhaben. Dabei ist das Auge an sich so wenig fähig, die Stärke der Beleuchtung zuverlässig zu schätzen. Man muß deshalb zu einem einfachen Meßverfahren kommen. Die Amerikaner haben mit dem vor einigen Jahren ausgebildeten, als Foot-candle bezeichneten außerordentlich einfach zu handhabenden Instrument gute Erfolge in der Verbreitung besserer Beleuchtungsanlagen gehabt. Mit großer Befriedigung kann ich feststellen, daß wir seit einigen Monaten ein deutsches Gerät in dem Bechsteinschen Beleuchtungsmesser von Franz Schmidt & Haensch in Berlin besitzen, das fast ebenso einfach zu handhaben ist wie das amerikanische Instrument. Die etwas größere Umständlichkeit im Gebrauch wird durch erheblich größere Genauigkeit der Meßergebnisse ausgeglichen. In Kürze werden wir voraussichtlich ein zweites Instrument zur Verfügung haben, das dem amerikanischen an Einfachheit näher kommt. Neben diesen Instrumenten dürfte ein anderes Meßgerät, das im Laufe des vergangenen Jahres herausgekommen ist, der Nordensche Schattenmesser, von Bedeutung in der Lichttechnik werden, insofern er geeignet ist, die Diffusität der Beleuchtung eines Raumes zahlenmäßig festzulegen.

Wir bedürfen dann noch eines einfachen Gerätes zur Messung der Leuchtdichte (Flächenhelle), einer Größe, die im Laufe der letzten Jahre von wachsender Bedeutung geworden ist, ja — man kann ohne Übertreibung sagen — durch ihre nachteilig großen Werte in den modernen Lichtquellen die Entwicklung der Lichttechnik ihrer Richtung nach wesentlich beeinflußt hat. Wie schädlich zu große Leuchtdichte werden kann, beweisen die neuartigen Augenerkrankungen, die bei Filmschauspielern mehr und mehr vorkommen und denen die Augenärzte steigende Aufmerksamkeit zu widmen genötigt sind. Und wie gefährlich sie werden kann, weiß jeder, der schon einmal in den Scheinwerferstrahl eines Kraftfahrzeuges gekommen ist und unter seiner Wirkung schweren Schaden erlitten hat. [M 436]

Aus dem Ausland.

Schiffs- und Seewesen.

…euzeitige Fragen beim Schiffsentwurf.

Am 21. März hielt der Reeder A. C. F. Henderson einen Vortrag …r Institution of Naval Architects über neuzeitige Fragen beim …ffsentwurf, wobei er für ein enges Zusammengehen des Schiffbauers …Reeders beim Entwurf der Schiffe eintrat. Nach Hendersons An… ist solch ein Zusammengehen heute um so mehr erforderlich, als …end des Krieges eine große Menge von Erfahrungen im Schiffs…b gemacht worden sind, die man nun beim Entwurf der Schiffe …erücksichtigen hat. Die gleichen Forderungen werden auch in …schland vertreten, wobei man darauf hingewiesen hat, daß heute … Reedereiingenieur ein weites Gebiet offen steht.

Henderson ist der Ansicht, daß das Schiff von 300 m Länge in …ter Zeit gebaut werden wird, und daß die Häfen und Docks der …igsten Seestädte für solche Schiffe eingerichtet werden müssen, …t es erforderlich ist. Der frühere Dampfer „Bismarck" der Ham…Amerika-Linie, der jetzt unter dem Namen „Majestic" der Flotte …White Star-Linie eingereiht ist, ist mit nahezu 290 m Länge diesem …ders in Amerika erstrebten Ziele ziemlich nahe.

Wenn Hendersons Ausführungen dem deutschen Schiffbauer im …meinen auch nichts Neues bieten, so sind doch seine Angaben … die Stabilität einer Reihe größerer Handelsschiffe im leeren und …vollbelasteten Zustande sowie bei Ankunft im Bestimmungshafen …itenswert, und zwar aus dem Grunde, weil man die Stabilität …cher Schiffe bemängelt hat, als die deutsche Handelsflotte in Eng… zum Verkauf stand. Daß kein Grund hierzu vorhanden war, das …n Zahlentafel 1 und 2.

Aus Zahlentafel 1 geht hervor, daß bei Fahrgastdampfern die Sta…t, gemessen an der metazentrischen Höhe $\overline{MG}$, im leeren Zustande …bei der Ankunft im Bestimmungshafen fast durchgehend sehr ge… ist. Beachtet man ferner, worauf Henderson besonders hinweist, …ich $\overline{MG}$ im Betriebe sehr leicht in unvorhergesehener Weise ver…t, so erkennt man, wie wichtig ein Zusammengehen von Reeder und Schiffbauer beim Schiffsentwurf ist. Henderson weist auf einige Fälle hin, die beim Entwurf zuweilen übersehen werden. Solche Fälle sind:

1. Übernahme von Deckladung,
2. freibewegliche Flüssigkeitsoberflächen und
3. Altern der Schiffe.

Zahlentafel 1. Stabilität von Fahrgastdampfern bei verschiedener Belastung.

		Fahrgastdampfer		Fracht- und Fahrgastdampfer				
Fahrt zwischen England und		Nordamerika		Nordamerika			Australien	Südamerika
Länge zw. d. Loten	m	264	232	186	177	168	177	161
Breite	„	29,4	26,7	22,6	19,5	21,3	20,3	20,2
Raumtiefe	„	19,2	18,5	13,7	12,7	13,1	13,4	13,7
Freibord	„	10	10,1	9,25	9,5	8,86	7,95	9,7
Geschwindigkeit	Kn	23	25	16	16	16	16	13
Fahrgäste I. Klasse		760	590	320	360	235	330	140
„ II. „		640	400	400	211	355	150	130
„ III. „		1300	770	1422	1198	1256	850	350
Besatzung		972	664	410	317	360	370	?
Schiff leer: Tiefgang	m	8,3	8,28	5,44	5,27	5,15	5,44	4,5
Schiff leer: Verdrängung	t	38 600	30 000	15 200	12 500	12 800	12 500	10 000
Schiff leer: $\overline{MG}$	m	0,14	0,0917	0,03	0,125	0,518	0,116	0,565
Schiff voll beladen, bei Abfahrt: Tiefgang	m	11,0	10,95	8,9	8,87	8,80	7,85	9,7
Schiff voll beladen, bei Abfahrt: Verdrängung	t	53 800	40 000	26 500	23 000	23 700	19 250	24 500
Schiff voll beladen, bei Abfahrt: $\overline{MG}$	m	1,37	1,07	1,04	0,7	1,13	1,062	0,810
Schiff voll beladen, bei Ankunft: Tiefgang	m	9,42	9,70	7,0	7,18	5,7	7,0	9,2
Schiff voll beladen, bei Ankunft: Verdrängung	t	44 800	34 400	20 200	18 000	14 400	16 770	23 000
Schiff voll beladen, bei Ankunft: $\overline{MG}$	m	0,448	0,426	0,398	0,518	0,396	0,280	0,686

Zahlentafel 2. Stabilität von Frachtdampfern bei verschiedener Belastung.

	Frachtdampfer mit wenig Fahrgästen				Reine Frachtdampfer							
Fahrt zwischen England und	Indien u. Australien	Indien		Australien	Australien				Indien			Osta[illegible]
Länge zw. d. Loten m	14,6	142	147	160	128	146,2	152,5	143	143	152,5	158,0	13
Breite . . . . . . „	17,7	16,5	17,4	20,7	16,5	18,9	19,2	17,7	17,7	19,5	19,5	17
Raumtiefe . . . . . „	11,13	10,85	10,7	13,1	11,3	10,9	11,2	10,5	10,4	11,3	11,7	10,
Freibord . . . . . „	8,6	8,5	8,6	9,8	7,82	9,0	9,25	8,63	8,35	9,08	9,0	8,
Geschwindigkeit . Kn	14,0	13½	14	14½	11	13½	13½	13	12	13½	13½	14
Fahrgäste I. Klasse	80	243	307	254	—	—	—	—	—	—	—	—
„ II. „	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Besatzung	147	150	150	190	75	?	?	?	?	?	?	80
Schiff leer: Tiefgang . . m	3,75	3,9	4,07	4,35	2,67	3,70	4,02	3,58	2,84	3,15	3,1	3,
Schiff leer: Verdrängung „	6920	6200	7280	10 630	3920	6800	8150	6170	5100	6260	6600	53
Schiff leer: $\overline{MG}$ . . . . „	1,72	0,807	0,442	1,42	3,03	1,98	2,02	1,98	2,29	3,12	3,05	1,
Schiff voll belad. bei Abfahrt: Tiefgang . . . m	8,85	8,47	8,58	10,0	7,80	9,04	9,25	8,64	8,35	9,07	9,0	8,
Verdrängung . t	18 050	15 200	16 920	27 200	12 900	18 550	20 700	16 750	16 500	20 300	21 400	15 4
$\overline{MG}$ . . . . . m	0,642	0,433	0,685	0,915	0,137	0,457	0,840	0,457	0,213	0,335	0,335	0
Schiff voll belad. bei Ankunft: Tiefgang . . . m	8,25	—	—	9,54	7,20	7,80	7,6	7,1	7,53	8,1	8,25	8,
Verdrängung . t	16 700	—	—	25 650	11 930	15 950	16 630	13 370	14 940	18 280	19 150	15 0
$\overline{MG}$ . . . . . m	0,375	—	—	1,065	0,264	0,305	0,58	0,335	0,396	0,518	0,457	0,5

Es ist nämlich vielfach beobachtet worden, daß Schiffe mit zunehmendem Alter immer schwerer werden, indem andauernd Gewichte hinzukommen, und zwar vorwiegend in den bewohnten Aufbauten, so daß hierdurch die metazentrische Höhe dauernd herabgedrückt wird. Deckladung in erheblicher Menge wird gewöhnlich beim Anlaufen von Zwischenhäfen in Gestalt des Gepäcks der Fahrgäste an Bord genommen, das erst auf See ordnungsmäßig verstaut wird.

Henderson sagt ausdrücklich, daß nur solche Schiffe in die Zahlentafeln 1 und 2 aufgenommen sind, die sich im Hafen und auf See bewährt haben. Bestimmte Regeln für die erforderliche Größe von $\overline{MG}$ gibt er nicht an. Sie lassen sich aus seinen Angaben jedoch leicht ableiten. Es ist

$$\overline{MG} = \overline{OF} + \overline{MF} - \overline{OG},$$

wobei $\overline{OF}$ die Höhe des Verdrängungsschwerpunktes F über Oberkante Kiel ist, $\overline{MF}$ der Abstand des Metazentrums M von F und $\overline{OG}$ der Abstand des Systemschwerpunktes G von Oberkante Kiel. Nun ändert sich bei der gewöhnlichen Handelsschiffform $\overline{OF}$ geradlinig mit dem Tiefgang T, während $\overline{MF} \cdot T$ für alle Tiefgänge nahezu unveränderlich ist. Auch $\overline{OG}$ ändert sich bei Schiffen mit ähnlicher Gewichtsverteilung geradlinig mit dem Tiefgang, es ist mithin angenähert:

$$\frac{\overline{OF}}{T} = \text{konst},$$

$$\frac{\overline{OG}}{T} = \text{konst}$$

und

$$\overline{MF} \cdot T = \text{konst}$$

oder

$$\frac{\overline{MG}}{T} = \text{konst} + \frac{\text{konst}}{T^2} - \text{konst}.$$

Ferner ändert sich $\overline{MF}$ mit B^2, wir erhalten also:

$$\frac{\overline{MG}}{T} = \text{konst}\left(\frac{B}{T}\right)^2 + \text{konst}.$$

Tragen wir mithin $\frac{\overline{MG}}{T}$ über $\left(\frac{B}{T}\right)^2$ auf, so können wir das Gebiet der vorteilhaften $\overline{MG}$-Werte nach Hendersons Erfahrungen etwas genauer angeben, Abb. 1. Wir erhalten nach Abb. 1 für Dampfer, die vorwiegend dem Fahrgastverkehr dienen, sowie für Fracht- und Fahrgastdampfer im vollbelasteten Zustande bei Antritt der Reise:

$$\overline{MG} = \left(\frac{1}{60} \text{ bis } \frac{1}{45}\right)\frac{B^2}{T} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

Hierzu ist noch zu bemerken, daß die Zahlentafel $\overline{MG}$-Werte unter 0,7 m nicht enthält. Bei Ankunft im Bestimmungshafen soll nach Hendersons Angaben

$$\overline{MG} > \frac{1}{200}\frac{B^2}{T} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

sein. Für den leeren Zustand hält Henderson bei Fahrgastdampfern mit umfangreichen Aufbauten $\overline{MG}$ bis hinab zu 3 cm für zulässig, das entspricht in Zahlentafel 1 einem

$$\overline{MG} = \frac{1}{3000}\frac{B^2}{T} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3).$$

Bei Frachtdampfern läßt sich $\overline{MG}$ für den vollbeladenen Zustand nicht so eng begrenzen, wie wir es bei den bisher betrachteten Fahrgastdampfern vermochten, da die Ladung sehr verschieden gestaut werden kann, wohl aber kann man bei ihnen für den leeren Zustand eine ähnliche Gleichung aufstellen. Wir erhalten als Grenzen für $\overline{MG}$ nach Zahlentafel 2 für Frachtdampfer im leeren Zustande, Abb. 2:

$$\overline{MG} = \left(\frac{1}{27} \text{ bis } \frac{1}{21}\right)\frac{B^2}{T} - \frac{3}{5}T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4).$$

Hendersons Ausführungen sind durch einen Vortrag von J. Anderson am 23. März in der Institution of Naval Architects ergänzt worden. Dieser Redner ging auf die Forderung von J. Biles näher ein, wonach $\overline{MG}$ im beladenen Zustande so klein sein soll, wie es mit Rücksicht auf die Seesicherheit zulässig ist. Beim leeren Schiff soll $\overline{MG}$ jedoch nicht kleiner als 1 Fuß oder 0,305 m sein. Diese Forderungen kommen, wie auch aus Zahlentafel 1 hervorgeht, bei neuzeitigen Fahrgastdampfern mit geräumigen Aufbauten und großem Freibord miteinander in Widerspruch. Anderson gibt die folgende Formel für den Kleinstwert von $\overline{MG}$ an:

$$\overline{MG} = \frac{0{,}213}{\delta}\frac{R}{A} \text{ in m} \quad . \quad . \quad (5).$$

Abb. 1. Stabilität bewährter Schnelldampfer sowie Fracht- und Fahrgastdampfer.

Abb. 2. Stabilität von Frachtdampfern im leeren Zustande.

Abb. 3. Schiffsform für ausreichende Stabilität im leeren Zustande.

…ist R die Fläche des gesamten Längsschnitts und A die bis zur …immlinie, δ ist der Völligkeitsgrad der entsprechenden Verdrängung. Die Gl. (5) berücksichtigt den Leckfall nicht. Anderson weist …f hin, daß ein $\overline{MG}$ von nur 0,305 m beim leeren Schiff zu be…tlichen Krängungen führt, wenn schwere Gewichte wie z. B. ein …el einseitig eingebaut werden. In solchen Fällen hat man Ballast …, den man auch dann braucht, wenn Fahrgastdampfer bei flauem …handel ohne wesentliche Ladung in See gehen müssen. Für diesen …a sind Tieftanks von großer Bedeutung, besser sind Formen, die …Förster in Z. 1919 Bd. 63 S. 669 vorgeschlagen hat. Anderson gibt …u den in Abb. 3 wiedergegebenen Linienriß und weist auf den geringen …litätsabfall solch einer Schiffsform bei unbeladenem Schiff hin. … Ausführungen decken sich hierin mit denen von Dr. Förster.
[…53] Dr. W. Schmidt.

Eisenbahnwesen.

Neue Ljungström-Turbinenlokomotive für Argentinien.

Die argentinische Regierung hat jetzt bei Nydkvist & Holm, Stock…, eine Schmalspur-Turbinenlokomotive, Bauart Ljungström, bestellt, …falls sie sich bewährt, den Vorläufer für eine große Zahl ähnlicher …bestellungen bilden soll. Die Lokomotive ist für den Betrieb mit …gem Brennstoff bestimmt und soll gegenüber den bisher benutzten …motiven während der kalten Jahreszeit 50 vH und während der …n Jahreszeit 40 vH Ersparnis im Brennstoffverbrauch erzielen. …ndere Vorteile erwartet man von dieser Bauart auch im Hinblick …lie großen Schwierigkeiten der Beschaffung von Speisewasser auf …ntinischen Bahnen. Die Turbinenlokomotive soll 5,5 t Wasser im …densator und 5 t Wasser im Speisewasserbehälter mitführen und …liesem Vorrat 800 km in 20 Stunden ohne Aufenthalt zurücklegen …en, wobei der wirkliche Wasserverbrauch bei 700 t Zuglast hinter … Tender nicht über 4 t und der Verbrauch an Heizöl nicht über …5 betragen soll.

Gegenüber der bisher bekannten Bauart[1]) sind Einzelheiten des …orwärmers, des Getriebes und der Anordnung der Kondensator…l abgeändert worden. Die Maschine erhält 120 t Dienstgewicht …i 5,6 km/h Geschwindigkeit und besteht aus zwei Teilen, dem Kessel…eug auf einem vorderen Drehgestell und zwei festen Achsen und … Kondensatorfahrzeug mit Turbinen und Getriebe auf vier Trieb…n, davon einer mit Seitenbewegung, und einer hinteren Laufachse. … dem Gesamtradstand von 16,6 m entfallen 3,2 m auf die festen …en. Die Achsdrücke unter dem Kessel betragen je 11,5 t, die unter … Kondensator je 12,5 t. Die Leistung am Umfang der Triebräder …1,4 m Dmr. beträgt rd. 1800 PS, die Kesselheizfläche 100 m², die …itzerheizfläche 57 m² und die Heizfläche des Luftvorwärmers, der … Ergänzung für den weniger wirksamen Teil der Rauchrohrober…e darstellt, 800 m². Der Kessel erhält 21 at Betriebsdruck.

…ei Fahrt auf verhältnismäßig hügeliger Strecke, ähnlich der zwischen …holm und Upsala, mit 500 t Belastung hinter dem Tender soll …Brennstoffverbrauch im Mittel bei kühlem Wetter nicht über 8,9 g/tkm …ei heißem Wetter nicht über 10,7 g/tkm, bezogen auf die geförderte …ast, betragen. Auch auf solchen Strecken, wo dem Kondensator … Zeit zur Abkühlung gelassen wird und die Lufttemperatur 40° C …gt, soll der Verbrauch 11,6 g/tkm nicht übersteigen. („Engi…ng" 11. Mai 1923) [M 428]

Luftfahrt.

Bemerkenswerte Flugleistungen.

Am 6. Mai d. J. hat Georges Barbot mit einem kleinen Eindecker …einer Zweizylindermaschine von Clerget von nicht mehr als …5 den Kanal zwischen den Flugplätzen St. Inglevert bei Boulogne …Lympne bei Folkestone zweimal überflogen und die Strecke von …0 km Länge in der Luftlinie in 61 und 64 min zurückgelegt. Ob…hiernach die mittlere Geschwindigkeit nicht mehr als 56 km/h …gen würde, soll das Flugzeug, das mit dem Führer 250 kg wiegt, … 70 km/h Geschwindigkeit erzielt haben. Der Brennstoffverbrauch …eide Flüge betrug 9 l. Da hiernach die Maschine während der …en Flugzeit im Betrieb gewesen zu sein scheint, kann man diese Flüge … als Segelflüge bezeichnen, wie es in der Tagespresse geschehen … obgleich sie immerhin bemerkenswerte Leistungen eines Klein…euges darstellen und dem Flieger den von der Zeitung „Le Matin" …esetzten Preis von 25 000 Fr eingetragen haben.

Größere Bedeutung vom Standpunkte des Luftverkehrs kommt … Flug zu, den Macready und Kelly am 2. Mai d. J. von New York … San Diego, Kalifornien, ausgeführt haben. Diese Flieger legten …em Militäreindecker, Bauart Fokker, die 4250 km lange Strecke …eniger als 27 Stunden ohne Aufenthalt zurück, was einer mittleren …hwindigkeit von nahezu 160 km/h entspricht. Das Flugzeug hat …2,7 m Spannweite, 89 m² Flügelfläche bei 14,9 m …mtlänge und ist mit einem Liberty-Motor von …PS ausgerüstet. Die fast 5000 kg betragende …last beim Abflug umfaßte rd. 2800 l Benzin, … Schmieröl und ebensoviel Wasser, was allein …1 2260 kg beansprucht. Der erwähnte Flug stellt …größte Überlandflugleistung dar, die bis jetzt er…t worden ist. Mit dem gleichen Flugzeug haben …lben Flieger aber auch schon einen Flug von … 5 min 20 s in der Nähe von Dayton, Ohio, aus…rt, wobei sie insgesamt rd. 4100 km zurückge…haben. („Engineering" 11. Mai 1923) [M 429]

[1]) Z. 1922 Bd. 66, S. 1060.

Wettbewerb für Schraubenflugzeuge.

Das englische Luftministerium hat in diesen Tagen die Bedingungen für einen Wettbewerb von Schraubenflugzeugen bekanntgemacht, wobei insgesamt 50 000 £ an Preisen zur Verteilung kommen sollen. Zunächst müssen die Flugzeuge mit dem Führer, mit Brennstoffvorrat für eine Stunde Flugdauer und 68 kg militärischer Belastung vom Boden auf 600 m Höhe aufsteigen und danach absteigen und ohne Beschädigung landen. Diese Probe muß das Flugzeug bei Bodenwind von 8 und von 16 bis 32 km/h bestehen.

Bei dem zweiten Versuch muß das Flugzeug nach dem Aufstieg vom Boden in 600 m Höhe über einem bestimmten Umkreis eine halbe Stunde lang schweben und dann ohne Beschädigung landen können, wobei die Windgeschwindigkeit am Boden zwischen 8 und 32 km/h betragen soll. Die Bedingungen für die dritte Probe sind ähnlich, mit dem Unterschied, daß das Flugzeug außerdem über einen vorgeschriebenen Umkreis von mindestens 32 km Länge mit mindestens 96 km/h Geschwindigkeit fliegen muß. Schließlich wird ein vierter Preis dem Flugzeug zuerkannt, das imstande ist, über einem bestimmten Punkt zu schweben und sich mit abgestelltem Motor auf mindestens 150 m herunterzulassen sowie in höchstens 30 m Entfernung von der angegebenen Stelle ohne Beschädigung zu landen.

Die Bedingungen der Ausschreibungen liegen ziemlich weit über den Leistungen der Schraubenflugzeuge von Oehmichen, Pescara und Bothezat, die bis jetzt bekannt geworden sind. Beachtenswert ist allerdings, daß das Schraubenflugzeug von Brennan, das zurzeit für das englische Luftministerium gebaut wird, an diesem Wettbewerb nicht teilnehmen und wie bisher streng geheim gehalten werden soll. [M 440]

Bauingenieurwesen.

Die Cappelen-Brücke über den Mississippi in Minneapolis.

Die nach dem Namen ihres Erbauers genannte Straßenbrücke über den Mississippi in Minneapolis geht ihrer Vollendung entgegen. Sie ersetzt eine vorhandene eiserne Brücke mit fünf Öffnungen, die bereits 30 Jahre alt ist und mit 5,5 m Fahrbahnbreite dem gestiegenen Verkehr nicht mehr genügt.

Der Mississippi hat an der Baustelle 275 m Wasserbreite, während die Entfernung zwischen den rd. 30 m hohen Uferhängen 336 m beträgt. Die Ufer bestehen aus Kalkstein, das Flußbett aus Sandstein, der mit einer dünnen Schicht Schlick und Triebsand überlagert ist. Guter Baugrund liegt in 4,6 bis 9,2 m Tiefe. Die Flußschiffahrt ist nicht sehr beträchtlich; vom Kriegsministerium waren mindestens 92 m Durchfahrtbreite und 15,3 m freie Durchfahrthöhe vorgeschrieben worden. Der Verkehr auf der alten Brücke sollte während der Errichtung des Neubaues so wenig wie möglich beschränkt werden. Für das Heranschaffen der Baustoffe konnte die alte Brücke benutzt werden. Deshalb wurden die beiden Hauptträger der Neukonstruktion an den Seiten der alten errichtet, so daß die bestehende Brücke zwischen beiden lag, und die Pfeiler des Neubaues außerhalb der des bestehenden Bauwerkes gegründet.

Die mittlere Öffnung der neuen Brücke, Abb. 4 bis 6, erhielt aus diesem Grunde 122 m Spannweite und ist damit zurzeit

der größte Eisenbetonbogen der Welt.

Die freie Durchfahrthöhe beträgt in der Mittelöffnung 27,5 m bei Hochwasser. An die Mittelöffnung schließen sich beiderseits je zwei Öffnungen mit 60,6 und 17 m lichter Weite an. Die Fahrbahn erhält 12,2 m Straßenbreite; mit den beiden seitlich auskragenden Fußsteigen ergibt sich 18,3 m Gesamtbreite, der lichte Abstand der beiden Hauptträgerbogen beträgt 7,6 m, Abb. 6.

Die Bogen sind nach angenäherten Parabeln gestaltet; der Mittelbogen hat 2,44 m Scheitel- und 4,88 m Kämpferdick, die Seitenbogen 1,22 und 2,44 m. Sie sind nach der Melan-Bauweise ausgeführt. Die Eiseneinlagen bestehen aus 5 Gitterträgern für einen Bogen. Die Gurtstäbe dieser Träger bestehen im Mittelbogen aus zwei Winkeleisen von 153 × 153 × 12,7 und in den Seitenbogen aus solchen von 102 × 102 × 9,5 mm, Abb. 7.

Die Pfeiler wurden 6,1 bzw. 7,9 m unter dem Flußbett auf einer 0,6 bis 0,9 m in den Fels eingebauten Betonplatte gegründet. Der Pfeilerfuß ist entsprechend dem Verlauf der Drucklinie unsymmetrisch ausgebildet und mit Trägereinlagen verstärkt. Der größte Bodendruck erreicht den Wert 4,85 kg/cm².

Die Fahrbahntafeln sind 305 mm dick, die Bürgersteige 228 mm. Die Fahrbahnträger, auf die je 3,35 m² Fahrbahnfläche entfällt, haben 610 + 1470 mm² Querschnitt. Die Fahrbahndecke besteht für die Straße aus Holzpflaster auf magerem Beton und für die Fußsteige aus Betonplatten von 610 mm Seitenlänge auf Schlackenfüllung. In Abständen von je 8,9 m sind Ausdehnungsfugen vorgesehen.

Abb. 4 und 5. Längsansicht und Grundriß der Cappelen-Brücke.

Die Bogen wurden als eingespannte Bogen berechnet unter Berücksichtigung von einseitiger Belastung und Temperaturwechsel. Für die Fahrbahntafel und -träger wurde außer dem Eigengewicht ein 40 t-Motor-Wagenzug, bestehend aus 2 Wagen, der Berechnung zugrunde gelegt. Für die Bogen wurden 1660 kg auf 1 m Wagenlänge als Verkehrslast angenommen. Außerdem außerhalb der Wagengrundfläche 390 kg/m² für die Bogen und 488 kg/m² für die Fahrbahnträger. Für letztere wurden zur Berücksichtigung der Stoßwirkungen 25 vH zur Wagenlast zugeschlagen. Für die Platten und Träger der Seitenwege wurden 488 kg/m² als Belastung angenommen. Die Beanspruchungen betragen

Abb. 6. Querschnitt der Cappelen-Brücke.

Abb. 7. Hauptpfeiler mit Trägern.

bei den großen Bogen im Scheitel 39,5 kg/cm², im Kämpfer 28.6 kg/cm². Zugelassen waren 45,5 kg/cm² für Beton und 1120 kg/cm² für die Eiseneinlagen.

Der Bau begann mit der Errichtung eines dreigeschossigen Gerüstes für jeden Bogen. Ein Teil dieses Gerüstes wurde im Winter 1921/22 durch Feuer zerstört. Der stromabwärts liegende Bogen wurde im April 1922, der andre im Herbst 1922 betoniert. Die Bürgersteige wurden fertiggestellt, bevor mit dem Abbau der alten Brücke begonnen wurde, den man mit der fortschreitenden Fertigstellung der Betonfahrbahn fortsetzte. Im ganzen sind 23 000 m³ Beton eingebracht worden. Über die verbrauchte Eisenmenge fehlen Angaben.

Die Gesamtkosten werden den ursprünglichen Anschlag von 900 000 $ wesentlich übersteigen, da die Arbeitslöhne von 50 und 80 c inzwischen auf 62½ und 100 c gestiegen sind.

[1723] Dipl.-Ing. W. Knopp.

Die geplante fünfte East-River-Brücke in New York.

Zur Bewältigung des außerordentlich angewachsenen Verkehrs zwischen Manhattan und den östlich des East River gelegenen Stadtteilen Brooklyn und Queens wird von der Stadt New York der Bau einer

Abb. 9. Querschnitt der fünften East-River-Brücke.

Abb. 8. Geplante neue Brücke in New York.

fünften East-River-Brücke geplant. Diese soll oberhalb der Williamsburg-Brücke[1]) liegen und ähnlich wie die Manhattanbrücke[2]) als Hängebrücke mit 548 m Spannweite von Pfeilermitte bis Pfeilermitte ausgeführt werden, Abb. 8. Sie erhält vier Versteifungsträger mit 9,15 m Gurtmittenabstand, die als durchlaufende Träger ausgebildet sind. Die Brü[illegible] hängt an vier Seilen. Der zweigeschossige Querschnitt, Abb. 9, ni[illegible] vier Fahrbahnen für den Fuhrwerkverkehr von 11 und 7 m Breite, [illegible] Fahrbahn für zwei Untergrundbahngleise und eine solche für elektr[illegible] betriebene Omnibusse mit Oberleitung auf. Die beiden Fußwege [illegible] 1,83 m Breite kragen beiderseits aus. Die Gesamtbreite der Brü[illegible] zwischen den Außenkanten der Fußwege beträgt 34,75 m. Die Gründ[illegible] der Pfeiler soll auf den in 30,5 m Tiefe vermuteten Fels herabgef[illegible] werden. Die Gesamtkosten sind auf 41 Mill. $ veranschlagt, wo[illegible] auf die Gründung und den Überbau des Bauwerkes 27 Mill. $ entfal[illegible].

Die Notwendigkeit der neuen Brücke ergibt sich aus dem gewa[illegible] gestiegenen Verkehr, der bei der Williamsburg-Brücke in den letz[illegible] 10 Jahren von 6000 auf 23 000 Fahrzeuge am Tag, und bei der Manhat[illegible]brücke von 5000 auf 30 000 Fahrzeuge gestiegen ist. Nach Fertigstell[illegible] der neuen Brücke soll der Umbau der Brooklynbrücke in Angriff [illegible]nommen werden. (Engineering News-Record 4. Januar 1923.)

[1724] Dipl.-Ing. W. Knop[illegible]

Textilindustrie.

Wäschereimaschinen.

Eine ziemlich reich beschickte Ausstellung englischer und a[illegible] amerikanischer Wäschereimaschinen hat vor kurzem in London st[illegible]gefunden. Von eigentlichen Waschmaschinen der üblichen Bauart, de[illegible] wagerechte zylindrische Trommel zum Teil mit der Waschflüssigk[illegible] gefüllt und durch Dampf geheizt wird, wird eine neue Maschine [illegible] Manlove, Alliott & Co., Nottingham, mit einer Trommel von 914 [illegible] Dmr. und 1828 mm Länge erwähnt, die mit Schnellschlußventilen [illegible] Waschflüssigkeit und Dampf sowie mit kleinen Hilfstüren versehen [illegible] damit man das Waschgut auch einbringen kann, während die [illegible]schine im Betrieb ist. Die innere Siebtrommel aus Bronze, die [illegible] Waschgut aufnimmt und abwechselnd einige Umdrehungen nach [illegible] einen oder der andern Richtung macht, ist in außen liegenden Lag[illegible] mit Ringschmierung drehbar und wird durch Zahnräder an bei[illegible] Enden angetrieben. Die Trommel hat durchlöcherte Längsrippen [illegible] der Innenseite, die die Waschflüssigkeit sammeln und immer wie[illegible] über das Waschgut spülen und außerdem verhindern, daß sich [illegible] Waschgut zu einer undurchdringlichen Masse zusammenballt.

Von James Ritchie, Glasgow, wurde eine neue Bauart von Deck[illegible] für Waschmaschinentrommeln ausgestellt, die an vorhandenen Was[illegible]maschinen angebracht werden können. Hierbei treten Dampf [illegible] Luft durch einen Zapfen der Trommel ein und werden mittels radi[illegible] Kupferrohre so verteilt, daß sie nur in diejenigen Rohre gelang[illegible] die unter der Waschflüssigkeit liegen. Dadurch wird eine schn[illegible] Belüftung der Waschflüssigkeit erzielt, die Ersparnisse an Waschmitt[illegible] und Wasser ergeben soll.

Die American Laundry Machinery Co. stellte eine Waschmasch[illegible] von 1067 mm Dmr. und 2133 mm Länge aus, deren Trommeln [illegible] Monelmetall hergestellt sind. Waschmaschinen für Benzinwaschanstal[illegible] und mit Dampf beheizte Destillationsanlagen zum Reinigen des [illegible]brauchten Waschbenzins stellten Braithwaite & Sons, Kendal, aus. [illegible] Plättmaschinen rührt eine beachtenswerte Bauart von Decoudun [illegible] hier wird das Plättgut zwischen einer langen gepolsterten Walze [illegible] einer gekrümmten, mit Dampf beheizten Auflage unter der Walze [illegible] durchgeführt. Bei einer Maschine dieser Art von Manlove, Alliott [illegible] Co. läßt sich die Walze, die 3,05 m lang und 1067 mm dick ist, mit[illegible] eines an den Lagern der Walzen angreifenden Schwingarmes anheb[illegible] der durch ein Schneckenvorgelege von der Hauptwelle angetrieben wi[illegible]

Besonders beachtenswert sind die Saugplättmaschinen, de[illegible] Walzen auf dem Umfang mit zahlreichen Löchern versehen sind. [illegible] diesen Öffnungen saugt ein an den hohlen Zapfen der Walze an[illegible]schlossener Ventilator den Dampf ab, der sich beim Durchgang [illegible] Plättgutes bildet. Die Walze wird mittels einer Dampfschlange [illegible] Innern beheizt, damit sich der Dampf nicht niederschlägt. Obgle[illegible] die Maschine nicht so gut wie eine gewöhnliche Plättmaschine plät[illegible] soll, ist ihre Leistungsfähigkeit wesentlich höher. Bei einer and[illegible] Maschine dieser Bauart von Thomas Bradford & Co. wird die Wa[illegible] mit Druckluft gespeist. Diese wird im Innern der Walze beheizt u[illegible] trifft dann auf das Plättgut auf, um seine Feuchtigkeit abzuleit[illegible] Zum Plätten großer Stücke, wie Tischdecken u. dgl., benutzt man äh[illegible]liche Maschinen, die mit 4 bis 8 Walzen und im Anschluß daran [illegible]gebenenfalls mit besonders großen Trockenwalzen mit Dampfheizu[illegible] versehen sind.

Von Zentrifugen zum E[illegible]wässern des Plättgutes ist eine [illegible] American Laundry Machinery Co. [illegible] erwähnen, deren Korb unmitt[illegible]bar durch einen obenliegenden Ele[illegible]tromotor mit senkrechter Welle [illegible]getrieben wird. Der Motor w[illegible] selbsttätig durch das Schließen [illegible] Zentrifugendeckels in Gang gesetzt, und mittels eines Zeitschalt[illegible] wird der Motor angestellt, sowie eine Bremse angelegt, sobald ei[illegible] festgesetzte Dauer des Schleuderns verstrichen ist. Wenn die Tromm[illegible] zur Ruhe gelangt ist, öffnet sich der Deckel selbsttätig und es leucht[illegible] eine Lampe auf, damit der Wärter darauf aufmerksam gemacht wi[illegible] daß die Arbeit vollendet ist. („Engineering" 18. Mai 1923) [M 439

[1]) s. Z. 1905 S. 1213 u. f.

[2]) s. Z. 1908 S. 454 und 1140, 1910 S. 158.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Die schwedische Wirtschaftslage.

Im allgemeinen hat sich seit Beginn des Jahres 1923 in Schweden e Erleichterung in der Wirtschaftslage gezeigt, wofür die Ursache der Ruhrbesetzung und der neuen Konjunktur in den Vereinigten taten von Amerika zu suchen ist. Aber es ist weniger eine Proktions- als eine Handelsbelebung, die auf der Verschiebung alter rtschaftsverhältnisse beruht.

Bei den Banken zeigt sich der Umschwung darin, daß die Instrie, die früher umfangreiche Darlehen aufgenommen hatte, wieder die Lage versetzt wurde, größere Rückzahlungen von Summen vorachmen, die mehrere Jahre hindurch in Form von großen Krediten f den Beständen der Banken gelastet hatten. Des weiteren nahmen Banken bedeutende Abschreibungen vor. Die Börse beantwortete se Maßnahmen mit einer Erhöhung der Börsenwerte. So erreichte s Aktienkapital von zehn der größten Banken seit Anfang des hres eine Vermehrung von insgesamt über 100 Mill. Kr. Die Umze an den schwedischen Börsen nahmen wieder erheblich zu, und der Stockholmer Fondsbörse erreichten sie eine Höhe, wie sie seit r Niedergangszeit noch nicht wieder erzielt war. Im ersten Viertel s Jahres 1923 wurden nicht weniger als 278 Aktiengesellschaften t einem Aktienkapital von 25,5 Mill. Kr gegründet.

Die Trafik-Gesellschaft Grängesberg-Oxelönd hat jetzt ihren Jahresbericht vorgelegt. Danach ist der Nettowinn von 15,22 im Jahre 1921 auf 14,45 Mill. Kr im Jahre 1922 heruntergangen. Es wurden unverändert 15 vH = 17,85 Mill. Kr auf ein tienkapital von 119 Mill. Kr ausgeschüttet. Die Gesellschaft hatte Einkommen von 17,4 Mill. Kr, an dem die Luossavara-Kirunavaratiengesellschaft mit 16,9 Mill. Kr beteiligt war.

Der Bericht teilt weiter mit, daß in Grängesberg im Geschäftsr insgesamt 1 022 609 t Erze gefördert wurden (701 452 t im Vorjahr), Strassa 234 743 t (120 061 t) und in Luossavara 181 750 t (190 936 t).

In der Schiffahrtgesellschaft der Trafik folgte auf die Depression n 1921 in der Mitte des Jahres 1922 eine gewisse Verbesserung der ge dadurch, daß die Unkosten durch Lohnsenkungen, die im Ang des Jahres auf dem Verhandlungswege erzielt wurden, wieder runtergesetzt werden konnten. Seit der Mitte des Jahres 1922 r kein Schiff mehr außer Fahrt. Fünfzehn Dampfer, die 1922 unter utscher Flagge fuhren, wurden im Laufe des Mai 1922 wieder in hwedische Verwaltung zurückgenommen. Die Götawerke lieferten am März und 23. September zwei Motorschiffe, „Laponia" und „Lulea", n je rd. 8300 t Lastraum. Der Vertrag mit den Götawerken, wonach ese den Bau von 18 Erzdampfern übernommen hatte, wurde in der eferzeit dahin den neuen Verhältnissen angepaßt, daß der Abferungszeitpunkt bis zum Jahre 1929 hinausgeschoben wurde. Zummen verfügte die Gesellschaft am Jahresende über insgesamt Schiffe mit einem Lastraum von rd. 122 000 t, während sie noch Jahre 1899 nur 10 000 t besaß. Mit diesen Fahrzeugen verschiffte e Gesellschaft im Jahre 1922 1 400 000 t Erze.

Die Gallivara-Erzgesellschaft hat, wie schon 1921, keine Geschäfte macht.

Die Besetzung des Ruhrgebietes ist nicht ohne lebfte Folgen für die schwedische Erzindustrie gewesen. Die Einellung der Erzverschiffungen nach dem Ruhrgebiet über den Rhein t zur Einlegung von Feierschichten gezwungen, so daß die Grängesrggruben seit dem 1. Mai nur noch an vier Tagen in der Woche beiten. Die andern mittelschwedischen Gruben sind diesem Beispiel folgt. Die Arbeiterzahl der Ausfuhrgruben betrug am 1. April 1923 r noch 67 vH derjenigen von 1913. Auf den für einheimischen Abtz eingestellten Gruben betrug der Beschäftigungsgrad am 1. März r 43,5 vH von 1913, um am 1. April sogar auf 39 vH zu sinken.

Daß die Erzausfuhr im ersten Viertel des Jahres 1923 die hohe mme von 1,2 Mill. t erreichen konnte, ist technisch der großen Anmmlung von Erzen zuzuschreiben, wirtschaftlich einer lebhaften Nachage von Seiten Englands und der Vereinigten Staaten.

Die Versuche der deutschen Werke, ausländisches Erz auf dem hein einzuführen, mißglückten. In der Folge ging man dazu über, mtliche Erztransporte über die Nordseehäfen zu leiten. Die Folge ar eine Überlastung dieser Häfen. Der Andrang von Dampfern würde och vermehrt durch den Bezug englischer Kohlen. Aber auch auf m Weg über die Nordseehäfen legten die Franzosen immer mehr hwierigkeiten in den Weg, so daß heute von einem praktischen Erzzug im rheinisch-westfälischen Bezirk nicht mehr gesprochen werden kann.

Wie außerordentlich die Folgen dieser Abschnürung für Deutschland nd, zeigen die vergleichenden Einfuhrzahlen an Eisenerzen in den hren 1913 und 1922. Danach wurden 1913 rd. 14 Mill., 1922 rd. 11 Mill. t ngeführt. Von diesen entfielen auf Schweden 1913 4,5, 1922 4,9 Mill. t, f Frankreich 3,8 bzw. 2 Mill. t, Spanien 3,6 bzw. 1,3 Mill. t. Außerm sind in ungefähr gleicher Menge beteiligt Algerien, Norwegen und itisch-Indien. Die Kategorie der „übrigen Länder" stieg infolge der abanaerztransporte von 168 000 auf 446 000 t.

Ein anderer Fall, wo sich die Ruhrbesetzung schwer nachteilig igt, sind die Bahnbauten. An der schwedischen Ostküstenbahn war an gerade nach Beendigung der wichtigsten Trassierungsarbeiten weit, daß mit der Vorstreckung auf der Straße Sundvall-Hernösand gonnen werden konnte. Auf diplomatischem Wege wurde erreicht, ß die Lieferungen an Schienen im Werte von rd. 0,5 Mill. Kr freigeben wurden. Die von den Franzosen vorgeschriebenen Bedinngen, wonach die Ablieferung bis zum 1. Mai erfolgt sein mußte, waren doch technisch nicht durchführbar, so daß weitere Verhandlungen aufgenommen werden mußten. Durch diese Schwierigkeiten dürfte sich die Inbetriebnahme der neuen Bahnstrecke so weit hinausschieben, daß mit der Eröffnung der Bahn nicht vor 1925 zu rechnen ist.

Die schwedischen Großhandelspreise haben von 155 Ende Dezember auf 159 Ende April angezogen. Dies ist in erster Linie auf die Preissteigerung von Kohle und Koks zurückzuführen, eine Folge der Ruhrbesetzung, die zu den großen Käufen englischer Kohle seitens Frankreichs und Deutschlands geführt hat. Die Indexziffer für diese Gruppe stieg daher von 184 Ende Dezember auf 214 Ende Februar.

Die Lage am Arbeitsmarkt zeigt seit Beginn des Jahres gleichfalls einen Umschwung. In den Standardindustrien ist durch die allgemeine Aussperrung eine Lage geschaffen worden, die sich nur mit der von 1909 vergleichen läßt. In den anderen Industrien ist die Anzahl Arbeitsuchender vom Februar bis März um rd. 30 vH gefallen.

Die schwedische Eisenindustrie steht seit Anfang Februar im Zeichen der Aussperrung. Daher der große Produktionsrückgang, der also in nichts ein Ausfluß der Marktlage ist. Infolge der Ruhrbesetzung setzte dagegen eine lebhafte Ausfuhr von Roheisen und unveredelten Sorten aus Lagerbeständen ein, und infolge der Wiederaufnahme der Tiegelstahlerzeugung in Sheffield hat man eine Reihe von Lancashire-Herden wieder in Betrieb nehmen können. Im ganzen waren in der Eisenindustrie in Betrieb:

	31. 1. 23	28. 2. 23	31. 3. 23
An Hochöfen	12	15	18
Lancashire-Herde	16	21	29
Bessemer-Öfen	—	—	—
Martin-Öfen	2	1	2
Elektrostahl- und Tiegelstahl-Öfen	1	3	3

Die Erzeugung war in den ersten drei Monaten des Jahres 1923 wie folgt:

	Januar	Februar	März
Roheisen	21 600 t	6200 t	9500 t
Rohluppen und Rohstangen	2 100 t	1300 t	1700 t
Bessemer- und Thomasguß	1 200 t	—	—
Martinguß	12 000 t	400 t	1000 t
Tiegelstahl- und elektrischer Guß	1 600 t	—	100 t
Walz-, Schmiedeisen und Stahl, handelsfertig	17 600 t	1300 t	1900 t

Aus dem Anziehen der Preise und aus einer Betrachtung dieser Erzeugungszahlen geht hervor, daß die lebhaften Auslandlieferungen der letzten Monate im wesentlichen aus den Lagerbeständen gedeckt wurden.

Die Lage der Maschinenindustrie hat nach der Depression des letzten Jahres dadurch eine gewisse Erleichterung erfahren, daß infolge des Fortfalls von Deutschland neue Aufträge hereingekommen sind. Die Firma Nydqvist & Holm erhielt aus Argentinien eine Bestellung auf 50 Lokomotiven für 1 m Spurweite neben einer Reihe kleinerer im Werte von mehreren Mill. Kr. In der Maschinenindustrie hat die Arbeiterzahl von Januar bis April von 19 000 auf 22 400, in der Werftindustrie von 3900 auf 4400 wieder zugenommen. Von den für Rußland bestimmten Lokomotiven, die auf schwedischen Dampfern angekommen waren, wurden in Windau Ende April 11 gelöscht. Man rechnet dort noch im ganzen mit dem Eintreffen von 57 schwedischen Lokomotiven.

Innerhalb der Maschinenindustrie hat die Automobilindustrie am meisten unter der Depression durch die Einfuhr von Amerika zu leiden gehabt. Wie erheblich dieser Wettbewerb war, zeigen die Ausführungen, die der führende schwedische Wirtschaftler Dan Broström in Göteborg anläßlich der internationalen Automobilausstellung bei einer Rede über den schwedischen Automobilismus gemacht hat.

Seit der ersten schwedischen Automobilausstellung vor 16 Jahren ist die Entwicklung des Automobilismus in Schweden mit mächtigen Schritten vor sich gegangen. Noch im Jahre 1907 wurden 363, 1922 nicht weniger als 7048 Personenautomobile eingeführt. Die Einfuhr von Lastautomobilen betrug 1908: 11, 1922: 1695. Von 1907 bis 1922 wurden im ganzen an Personen- und Lastautomobilen 35 278 Stück eingeführt.

Der Wert der von der schwedischen Industrie erzeugten Automobile betrug im Jahre 1919 5,9, im Jahre 1920 7,4 Mill. Kr.

Folgende Veränderungen vollzogen sich in der Produktion und der Ausfuhr in den Standardzweigen der schwedischen Industrie:

Erzeugung 1923	Roheisen in 1000 t	Walz- und Schmiedeeisen und Stahl in 1000 t	Eisenerz in 1000 t	Ungehobelte Planken und Bretter in 1000 m³	Papiermasse (Trockengewicht) in 1000 t
Januar	21,6	17,6	—	—	—
Februar	6,2	1,3	—	—	—
März	9,5	1,9	—	—	—
Ausfuhr					
Januar	3,4	5,4	402,8	96,9	40,5
Februar	4,7	2,1	360,9	44,5	12,0
März	14,5	1,3	437,8	38,3	8,7
April	11,9	rd. 1,0	329,2	73,6	17,6

[W 212]

Schwedische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte. Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 48.

Die Preisentwicklung ist im letzten Monat gegenüber der auf S. 452 dargestellten Lage den umgekehrten Weg gegangen. Die Eisenpreise sind auf der gleichen Höhe geblieben, die Holzpreise sind wieder im Ansteigen begriffen, alle andern Kurven fallen aber, vor allem der Preis für Kohle.

2. Verhältniswerte (Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel: (vergl. S. 379)

Kupfer . . . . am 31. Mai 22 860 ℳ/kg	Dollar . . . . am 31. Mai 69 500 ℳ/$
Baumwolle . . am 31. Mai 48 102 ℳ/kg	Aktienziffer . am 25. Mai 2 892 350.

Französische Kokserzeugung und französische Industrie.

Zu derselben Zeit, in der Deutschland sich alle Mühe gab, um die Kokszufuhr nach Frankreich zu steigern, hat die französische Industrie mit stillschweigender Duldung ihrer Regierung die eigene Kokserzeugung bewußt vernachlässigt. Unterlagen für die Behauptung ergeben sich aus dem jetzt erst bekannt gewordenen Artikel der „Information" vom 13. Februar: „Ruhrkoks und französischer Koks". Dort heißt es unter anderm: „Während unserer Erkundung im Osten hat uns eine Tatsache ganz besonders erstaunt: wie wenig Wert unsere lothringischen Eisenindustriellen auf unsern Koks aus Flandern und dem Artois legen, und das geringe Interesse, das sie für die Kokereien des Nordens haben. Die Koksproduktion, die sich 1913 auf 2 470 126 t für die beiden Departements Pas-de-Calais und Nord belief, ging 1921 nicht über 376 246 t und 1922 nicht über 539 889 t hinaus. Der Rückgang der Kokserzeugung ist weniger auf die verminderte Leistungsfähigkeit der Kokereien zurückzuführen, als vielmehr auf die nicht vorhandene Absatzmöglichkeit.

Neben der unzureichenden Aufnahmefähigkeit und Aufnahmewilligkeit der französischen Eisenindustrie spielt natürlich auch die bekannte französische Unfähigkeit der wirtschaftlichen und technischen Organisierung eine Rolle. Ein Beispiel darüber teilt die „Information" aus Lens mit, wo 70 Koksöfen hergestellt worden seien, „die man hätte benutzen können, wenn nicht die Ofenmündungen falsch konstruiert worden wären".

Der Grund für die Weigerung der französischen Eisenindustrie, den französischen Koks aufzunehmen, liegt nicht in seiner mangelhaften Güte. Er wurde z. B. in den Erzgebieten von Briey und Longwy in der Vorkriegszeit fast ausschließlich verwandt. Die Abneigung der französischen Eisenindustrie ist vielmehr rein finanzieller Natur; sie erklärt sich ganz zwanglos aus den Bestimmungen des Versailler Diktats, nach dem Deutschland gezwungen ist, die Kohlen- und Kokslieferungen auf Reparationskonto auszuführen zu dem „Preis frei Grube, den die deutschen Reichsangehörigen zahlen, unter Hinzurechnung der Fracht bis zur französischen, belgischen oder luxemburgischen Grenze". Der deutsche Inlandpreis hat infolge des anhaltenden Sinkens der Mark stets beträchtlich nicht nur unter dem Weltmarktpreis, sondern auch unter dem französischen Erzeugerpreis gelegen. Es kostete eine Tonne Hochofenkoks ab westfälischer Grube:

	Mai 1920	Februar 1922	Oktober 1922	Januar 1923
Mark	288,90	682,70	7 405,00	55 590,00
Frank	86,67	40,96	33,32	37,00

Eine Tonne Hochofenkoks kostete Ende 1922 aus französischer Grube aber 135 Fr. Damit ist die Abneigung der französischen Eisenindustriellen gegen den Koks ihres Landes erklärt. Sie vernachlässigten nach kühler Überlegung einen Zweig ihrer nationalen Industrie, weil das finanziell sehr nutzbringend war, wie aus den mitgeteilten Preisen ersichtlich ist. [W 209]

Steinkohlengewinnung und Kokserzeugung der Vereinigten Staaten im Jahre 1922[1]).

Nach vorläufiger Feststellung betrug die Gewinnung der Vereinigten Staaten an Steinkohle im letzten Jahre 460 Mill. t (1 t = 907 kg); davon entfielen 52 Mill. t auf Hartkohle und 408 Mill. t auf Weichkohle. Die Förderung wurde sehr ungünstig durch den großen Bergarbeiterausstand in der zweiten Hälfte des Jahres beeinflußt. Immerhin ist der dadurch gegen das Vorjahr hervorgerufene Ausfall durch Mehrförderung in den andern Monaten des Jahres wieder einigermaßen ausgeglichen worden, sonst hätte sich im ganzen ein größerer Abstand als von 46 Mill. t oder 9,09 vH ergeben, wie er gegenüber dem Jahre 1921 vorliegt. Über die Kohlenförderung der Vereinigten Staaten in den Jahren 1911 bis 1922 unterrichtet die folgende Zusammenstellung:

Jahr	Hartkohlenförderung Mill. t	Weichkohlenförderung Mill. t	Insgesamt
1911	90	406	496
1912	84	450	534
1913	92	478	570
1914	91	423	514
1915	89	443	532
1916	88	503	591
1917	100	552	652
1918	99	579	678
1919[2])	88	466	554
1920	90	569	659
1921	90	416	506
1922[2])	52	408	460

Die letztjährige Kokserzeugung der Vereinigten Staaten zeigt eine Zunahme um 11,21 Mill. t oder um 44,27 vH gegenüber dem Jahre 1921. Gegen das bisher verzeichnete Höchstergebnis vom Jahre 1918 ergibt sich

[1]) „Glückauf" vom 7. April 1923. [2]) Ausstand.

Kokserzeugung von 1913 bis 1922.

Jahr	Neben-produktenkoks	Bienenkorb-koks	Koks insgesamt
	1000 t	1000 t	1000 t
1913	12 715	33 585	46 300
1914	11 220	23 336	34 556
1915	14 073	27 508	41 581
1916	19 069	35 464	54 533
1917	22 439	33 168	55 607
1918	25 998	30 481	56 479
1919	25 144	19 650	44 794
1920	30 834	20 511	51 345
1921	19 750	5 561	25 311
1922	28 488	8 028	36 516

jedoch noch eine Mindererzeugung von 19.96 Mill. t oder von 35,34 vH. Zu der letztjährigen Gewinnung haben die Nebenproduktenöfen 28,49 Mill. t oder 78,02 vH beigetragen. [W 205]

Geschäftsrückgang in der Druckmaschinen-Industrie.

In der Druckmaschinen-Industrie wird allgemein über einen starken Rückgang des Inlandgeschäftes geklagt, und auch der Auslandabsatz ist erheblich zurückgegangen. Bei dem Rückgang spielen allerdings die durch den Ruhreinbruch entstandenen Schwierigkeiten eine nicht unerhebliche Rolle. Hinzu kommt noch, daß der ausländische, insbesondere der amerikanische, Wettbewerb die deutschen Druckmaschinenfabriken nicht nur bei den Preisen, sondern insbesondere bei den Zahlungsbedingungen (langjährige Kreditgewährung) zu unterbieten versucht. [W 200]

BÜCHERSCHAU.

ie Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt z. Zt. **3300.**

ie Grundzüge der Werkzeugmaschinen und der Metallbearbeitung. Von Fr. W. Hülle. Dritte Auflage. Berlin 1923, Julius Springer.

Die Mehrzahl der in der Praxis stehenden Ingenieure hat sich ährend ihrer Studienzeit wohl fast ausschließlich mit den rein theoreschen Fächern, sowie mit konstruktiver Tätigkeit beschäftigt. Wirthaftliche Fertigung und Betriebsorganisation waren Dinge, die kaum em Namen nach bekannt waren. Ihnen die gebührende Stellung zu erschaffen, ist eine der wichtigsten Aufgaben der Ingenieurerziehung. üllc hat sich daher durch die Herausgabe des zweiten Bandes seines kannten Buches über Werkzeugmaschinen ein großes Verdienst erorben.

Das Werk bringt in seinem ersten Teil die allgemeinen Richtlinien ir die wirtschaftliche Ausnutzung der Werkzeugmaschinen und im weiten eine kurze Besprechung der hauptsächlichsten Arbeitsverfahren it besonderer Berücksichtigung zeitsparender Einrichtungen. Hieran hließt sich ein kurzer Abschnitt über das Prüfen von Arbeitsstücken.

Die Darstellung ist klar und leicht verständlich, die beigegebenen iguren und graphischen Darstellungen gut ausgewählt und sauber iedergegeben, wie man das beim Verlag Julius Springer gewöhnt ist.

Für eine Neuauflage würde ich empfehlen, das fünfte und sechste Kaitel hinter dem dritten, wohin es organisch gehört, und das vierte dafür ls Schlußabschnitt zu bringen. — Bei der Prüfung von Werkstoffen nd Werkzeugen sollten nicht nur die Laboratoriumsverfahren, sondern uch die in der Werkstatt üblichen behandelt werden (Kugeldruckroben, Skleroskop usw.). Das Herausschälen aus dem Vollen ist bei en heutigen Werkstoffpreisen in den meisten Fällen nicht mehr billiger ls das Schmieden. Für die Abbildungen 54 und 56, die als Querformat ezeichnet, aber als Hochformat gesetzt sind, müßte die Beschriftung ändert werden. Aber das sind alles Kleinigkeiten; man mag in Einzeleiten manchmal anderer Ansicht sein als der Verfasser, man mag anches für zu ausführlich halten, anderes wieder vermissen — das große erdienst Hülles besteht darin, hier zum erstenmal ein zusammenängendes Bild von der überragenden Wichtigkeit wirtschaftlicher Fertiung gegeben zu haben. Wenn das, was hier auf knapp 170 Seiten zuammengetragen ist, Gemeingut unseres technischen Nachwuchses wird, o braucht uns trotz allem vor der Zukunft nicht bange zu sein. Man ann das Buch ohne jede Einschränkung empfehlen, nicht nur der tudierenden Jugend, an die sich Hülle in erster Linie wendet, sondern uch dem in der Praxis stehenden Ingenieur.

[B 1708] Willi Mitan.

lektrische Zugförderung. Von Dr.-Ing. E. E. Seefehlner, unter Mitwirkung von Ing. H. H. Peter, Zürich, für „Zahnbahnen und Drahtseilbahnen". Berlin 1922, Julius Springer. 587 S. mit 652 Abb.

Ein Buch über das Gesamtgebiet der elektrischen Zugförderung ist n Deutschland vor der Herausgabe des vorliegenden überhaupt noch icht erschienen, wenn man von einigen kleineren Einführungen und er etwas ausführlicheren Arbeit von Roedder absieht. Der Grund für iese auffallende Tatsache mag wohl darin liegen, daß die Bauweise er Streckenausrüstung für eine elektrische Hauptbahn und insbesondere er elektrischen Großlokomotiven bis vor kurzem eine so stürmische ntwicklung durchgemacht hat, daß bestimmte Bauformen bisher nicht estehen geblieben sind. Erst in den letzten beiden Jahren haben sich ie Verhältnisse geklärt. Um so dankbarer wird man dem Verfasser afür sein, daß er sich der Mühe unterzogen hat, das gewaltige Gebiet er elektrischen Zugförderung darzustellen. Daß dabei, um es gleich orweg zu sagen, einige Abschnitte ein wenig zu knapp weggekommen ind, ist erklärlich; so wird eine allgemeine kritische Betrachtung über las Stromsystem vermißt, wenn auch an verschiedenen Stellen vertreut die Vor- und Nachteile der einzelnen Stromarten angegeben sind. uch die Untersuchungen über die Beeinflussung der Schwachstromeitungen, der Rohrleitungen usw. durch den Bahnstrom sind sehr kurz ehandelt, obwohl gerade auf diesem Gebiet in den letzten Jahren viel eleistet worden ist. Endlich ist die Frage der Wirtschaftlichkeit im vesentlichen auf Straßenbahnen beschränkt geblieben, wogegen die Maßnahmen, die die Wirtschaftlichkeit der Fernbahnen erhöhen, kaum anedeutet sind. Recht lehrreich wäre auch ein Vergleich des elektrischen ugbetriebs mit dem Dampfbetrieb ausgefallen.

Im übrigen enthält das Buch eine Beschreibung und Würdigung ller Bestandteile, die zu einer elektrischen Bahn gehören. Behandelt wird zunächst die Stromerzeugung, dann in einem längeren Abschnitt die Fahrleitung, worauf ein sehr ausführlicher Abschnitt über Fahrzeuge folgt. Erfreulicherweise ist besonders den Lokomotiven ein größerer Raum des Buches gewidmet, und hier nicht nur der elektrischen Ausrüstung, sondern auch dem Triebwerk, das die mechanische Arbeit von der Motorwelle nach den Triebachsen überträgt und dessen Durchbildung eine der schwierigsten Aufgaben des Elektrolokomotivbauers ist. Bei der Beschreibung der Steuerungen sind die Schaltwalzen- und Schlittensteuerungen, die sich auf Lokomotiven gut bewährt haben, zu kurz weggekommen. Die wichtigsten Daten von fast hundert ausgeführten Bauarten von elektrischen Lokomotiven des In- und Auslandes sind in Tabellenform zusammengestellt; leider hat dabei der Verfasser übersehen, daß mittlerweile in Deutschland eine Reichsbahn entstanden ist; die Lokomotiven der Deutschen Reichsbahn sind vielmehr noch nach den ehemaligen Staatsbahnen bezeichnet. Von den meisten in der Tabelle angeführten Lokomotiven sind Abbildungen und Maßskizzen gebracht.

Der letzte Teil des Buches umfaßt die Beschreibung von Zahnradbahnen sowie von Standseil- und Schwebeseilbahnen, ferner von gleislosen Bahnen. Endlich werden Lokomotiven und sonstige Triebfahrzeuge mit eigener Kraftquelle und elektrischer Übertragung behandelt. In einem Anhang findet sich ein kurzer Abriß der Nomographie in geometrischer Behandlung, von der der Verfasser öfters bei seinen Untersuchungen Gebrauch macht.

Jedem Abschnitt des Buches ist ein sehr ausführliches Literaturverzeichnis vorangestellt. Die Ausstattung des Buches und die Deutlichkeit der Zeichnungen ist mustergültig. Das Werk kann jedem, der sich mit den einschlägigen Fragen befassen will, bestens empfohlen werden. [B 1694] Wechmann.

Hebezeuge. Von Dipl.-Ing. H. Wettich. Dritte Auflage, bearbeitet von Dipl.-Ing. E. Götz. Leipzig 1922, Dr. Max Jänecke. 417 S. mit 421 Abb.

Die dritte Auflage gleicht im wesentlichen der zweiten, die lediglich durch Anfügung des 13. Kapitels über Berechnung der Krangerüste und Normung von Hebezeugen ergänzt wurde. Das Buch entspricht hinsichtlich seiner Einteilung den bekannten Lehrbüchern über Hebezeuge und ist geeignet, die Schüler von technischen Fachschulen zur Ergänzung des Unterrichts in den Bau der Hebezeuge einzuführen. Die Maschinenelemente des Kranbaues sind in einfacher und klarer Weise dargestellt, auch die Rechnungsbeispiele sind gut gewählt und elementar einwandfrei abgeleitet.

Bei aller Anerkennung für die Arbeit der Verfasser muß jedoch auf einige Mängel hingewiesen werden. In erster Linie wird es störend empfunden, daß die Nachträge (Kap. 13) nicht in den Text hineingearbeitet worden sind. Wenn auch die Druckkosten dadurch erhöht wären, hätte es sich doch verlohnt, das Buch in der dritten Auflage aus einem Guß herzustellen und dabei auch alle Neuerungen der letzten Zeit zu berücksichtigen. Seltsam wirkt es zum Beispiel, daß die im allgemeinen veralteten Hebezeuge mit Druckluft und Wasserbetrieb einen Umfang von 10 Seiten einnehmen, während moderne Dampfkrane, die sich in neuerer Zeit neben den elektrischen Kranen ein großes Arbeitsfeld erworben haben, sehr kurz behandelt sind. Das Kapitel über Verladebrücken entspricht nicht dem heutigen Stande des Kranbaues. Außerdem vermißt man die Beschreibung von Doppel- und Schwerlastkranen. Auch die Behandlung des elektromotorischen Antriebes (Kap. 10) ist äußerst ungenügend. Der Antrieb durch Wechselstrom wird mit einer Seite Text abgetan. Ferner verleihen einige Abbildungen dem Buch einen veralteten Charakter. Als besonders abschreckendes Beispiel sei Abb. 305 S. 250 erwähnt, die einen schon seit 20 Jahren veralteten Laufkran mit Gallscher Kette darstellt. Auch die Abbildungen 314 bis 316 S. 258 sind durchaus ungeeignet, da Einzelheiten des Windwerkes überhaupt nicht zu erkennen sind und nur die Bleche auf den Gitterträgern in die Augen fallen. Außerdem wird es dem Praktiker mehr als dem Schüler auffallen, daß in dem Werk Firmen erwähnt werden, die gar nicht mehr bestehen oder längst in anderen größeren Konzernen aufgegangen sind. So wurden zum Beispiel bekanntlich die Firmen Stuckenholz in Wetter, Bechem & Keetmann in Duisburg und Benrather Maschinenfabrik schon vor 13 Jahren zur Deutschen Maschinenfabrik A.-G.

(Demag) vereinigt; trotzdem werden in dem Buch veraltete Abbildungen der einzelnen Gründerfirmen dargestellt.

Zusammenfassend kann bemerkt werden, daß das Werk neben den bereits bekannten und vorzüglich durchgearbeiteten Werken der Hebezeugliteratur, wie derer von Aumund, Böttcher, Bülz, von Hanffstengel und anderen, nicht bestehen kann, falls sich die Verfasser nicht entschließen, bei einer neuen Auflage die hier gerügten Mängel zu beseitigen. [B 1689] Dr. Benedict.

Mitteilungen aus dem schlesischen Kohlenforschungsinstitut der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in Breslau. Von Prof. Dr. F. Hofmann. Berlin 1922, Gebr. Borntraeger. 180 S. mit Abb. Preis geb. Gz. 9.

Neben den bereits bekannten Forschungen des Mülheimer Instituts erscheinen diese Arbeiten des wesentlich jüngeren Breslauer Instituts geringfügig. Das wäre aber ein durchaus falsches Urteil. Der verwickelte Organismus der Kohlen erfordert recht verschiedene Methoden zur Aufhellung der Zusammenhänge. Professor Hofmann und seine Mitarbeiter gehen daher ganz andere Wege, und wenn auch der vorliegende erste Band noch kaum abschließende Ergebnisse bringt, so läßt dies kein Urteil über die Zweckmäßigkeit des eingeschlagenen Weges zu. Jedem, der an dem Gebiet der Kohlenforschung interessiert ist, wird das Buch sehr viel Wissenswertes geben, das als eine wertvolle Ergänzung der Mülheimer Arbeiten von Prof. Dr. Fischer und seinen Mitarbeitern diesen gleichwertig zur Seite gestellt werden kann. [B 1669a] Tr.

Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten besonders im auffallenden Licht. Von H. Schneiderhöhn. Berlin 1922, Verlag der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute e. V. 291 S. mit 154 Abb. und einem Anhang. Preis Gz. 10.

In dem vorliegenden Buche hat sich der Verfasser die Aufgabe gestellt, alle Verfahren, die für die praktische Prüfung von Erzen und Lagerstätten in Frage kommen, systematisch zu entwickeln. Die Bedeutung des Buches liegt in der Behandlung der mikroskopischen Untersuchung der geätzten oder ungeätzten polierten Anschliffe, durch die recht weitgehende Folgerungen mit Hilfe feiner Beobachtungen und mittelbarer Schlüsse über die Entstehung und Geschichte der Mineralien möglich sind.

In den ersten Abschnitten des Buches werden die für die Untersuchung von Erzen und Aufbereitungserzeugnissen in Betracht kommenden Instrumente besprochen. Eine Reihe von besonders für den Praktiker wichtigen allgemeinen Ratschlägen über die Untersuchung von nicht weiter vorbehandelten Roherzen und Aufbereitungserzeugnissen, Messung von Korngrößen und Bestimmung von Mengenverhältnissen und eine Darstellung des Einbettungsverfahrens von Schröder van der Kolk stellen wertvolle Mitteilungen dar.

In den weiteren Abschnitten behandelt der Verfasser die Beobachtung von Erzanschliffen im auffallenden gewöhnlichen Licht (chalkographische Untersuchung), ferner die Untersuchung von Erzanschliffen im auffallenden polarisierten Licht. Bemerkenswert ist der Abschnitt über die Farbe des reflektierten Lichtes, weil hier der Versuch gemacht wird, die subjektive Beschreibung der Farbe auszuschalten und durch die objektivere Angabe nach den Oswaldschen Farbnormen zu ersetzen.

Die letzten Abschnitte geben eine Übersicht der Erze und wichtigsten Gangarten mit einer Zusammenstellung erzmikroskopischer Kennzeichen. Eine große Zahl sehr guter und lehrreicher Mikrophotographien erläutert den Text. Diese Bilder verlangen aber einen gründlichen theoretischen Einblick in die ganzen Verhältnisse. Für die Fülle der Bilder ist der zugehörige Textteil des Buches etwas zu knapp gewählt. Es wäre zu begrüßen, wenn bei einer Neuauflage die Gefügebilder mit einem getrennten Atlas auf dem bisherigen guten Papier beigegeben würden, während der Textteil auf einfacherem Papier gedruckt, aber dafür ausführlicher gehalten sein könnte. Bemerkenswert sind die Beziehungen, die sich beim Studium des Buches zwischen der Untersuchung der Erze und der metallographischen Forschung aufdecken. Das Material der Bilder stellt den wertvollsten Teil des ganzen Buches dar. Das Buch bedeutet für den Lagerstättenforscher und den Mineralogen eine willkommene Zusammenstellung von Tatsachenstoff und einen guten Überblick über den gegenwärtigen Stand der erzmikroskopischen Untersuchungsverfahren. Bei einiger Übung ist auf Grund der Beschreibung eine einwandfreie Beurteilung möglich. [B 1702] Wf.

Die Schwelteere, ihre Gewinnung und Verarbeitung. Von Dr. W. Scheithauer. 2. Aufl. Bearbeitet von Dr. W. Scheithauer und Dr. E. Graefe. Leipzig 1922, Otto Spamer. 258 S. mit 84 Abb. Preis geh. Gz. 8, geb. Gz. 12.

Diese Neuauflage des grundlegenden Werkes ist durch verschiedene Abschnitte, wie z. B. über die Teergewinnung bei der Vergasung und die Montanwachsfabrikation, in wertvoller Weise erweitert worden, wie überhaupt der ganze Stoff unter der gemeinsamen Arbeit der beiden, in dieser Industrie rühmlichst bekannten Verfasser der neuzeitlichen Entwicklung angepaßt und ergänzt worden ist. Die gute Aufnahme, die die erste Auflage gefunden hat, ist dieser zweiten Auflage umsomehr sicher, als die Teerindustrie wachsende Bedeutung nicht nur während des Krieges gewonnen, sondern auch später behauptet hat. Man kann ohne Übertreibung sagen, daß für die zahlreichen Fragen der Teergewinnung und -verarbeitung kein besseres Handbuch vorhanden ist o gedacht werden kann. Jeder, der auf diesen Gebieten zu tun hat, w in dem Buch alles finden, was ihm Literatur überhaupt bieten kann [B 1669 b] Tr

Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarst lungen, Band V: **Die Theorie der Gruppen von endlicher Ordnu.** Von Prof. A. Speiser. Berlin 1923, Julius Springer. 194 S. Pr Gz. 7, geb. 8,5.

Die Stellung der Relativitätstheorie in der geistigen Entwicklung Menschheit. Von J. Petzoldt. 2. Aufl. Leipzig 1923, Johann A brosius Barth. 98 S. Preis Gz. 2,7, geb. Gz. 4.

Zweifellos ist das Petzoldtsche Buch eine der hervorragendst volkstümlichen Darstellungen, die von der Relativitätstheorie hande Petzoldt geht von den alten Griechen aus, wie es bei philosophisch Abhandlungen allgemein gebräuchlich ist, und zeigt, daß die von Relativitätstheorie eingenommene Stellung: „Die Sinnesempfindung sind die alleinige Unterlage und das höchste Kriterium für die der Naturwissenschaft aufzustellenden Gesetze" schon in jenen Zeit verfochten wurde, gegen die andere Ansicht, nämlich daß die Sinn organe nur zu subjektiven Feststellungen ausreichen und daß es d über hinaus eine Welt der reinen Logik gibt, die losgelöst von d Sinnestäuschungen und daher als absolut zu bezeichnen ist. Als rungenschaft der Relativitätstheorie bezeichnet Petzoldt „die Metho die Natur von einer Mehrzahl gleichberechtigter Standpunkte aus beschreiben". Er findet in diesem Verfahren Anklänge an die Mon denlehre von Leibniz. Dieser hat seine Monaden fensterlos, das s heißen: ohne Beziehungen zueinander genannt. Petzoldt ist ande Ansicht. Man könnte in seinem Sinne die Relativitätstheorie als ei Monadenperspektive bezeichnen. Das Werk wendet sich an den se ständig denkenden Menschen und enthält eine Reihe so glücklich g wählter Beispiele, daß man beim Lesen einen Genuß empfindet.

Die Entwicklung der chemischen Technik bis zu den Anfängen d Großindustrie. Von Prof. Dr. phil. G. Fester. Berlin 1923, Juli Springer. 225 S. Preis Gz. 7,5, geb. 9.

Astronomie für Alle. Von R. Henseling. Abt. 1: Sternhimmel u Menschheit. (Die Entstehung unseres astronomischen Weltbildes. A leitung zu einfachen Himmelsbeobachtungen.) Stuttgart 1923, Franck sche Verlagshandlung. 80 S. mit vielen Abb. Preis Mitte April ge 5000 M.

Das Werk schildert, ausgehend von den Naturvölkern und den alt Kulturvölkern, den Werdegang der Himmelskunde und gibt gleichzeit dem Naturfreund eine leichtfaßliche Einleitung hierzu.

Grundzüge der Technischen Mechanik des Maschineningenieurs. V Reg.-Baumeister Dipl.-Ing. P. Stephan. Berlin 1923, Julius Spring 160 S. mit 283 Abb. Preis Gz. 2,5.

Graphische Dynamik. Von Prof. F. Wittenbauer. Berlin 19 Julius Springer. 797 S. mit 745 Abb. Preis geb. Gz. 18.

Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung Düsseldorf. Von F. Wüst. IV. Band. Düsseldorf 1922, Verl Stahleisen m. b. H. 163 S. mit vielen Abb. und 16 Tafeln.

Metallographie. Von Prof. Dr. W. Guertler. 2. Band: Die Eig schaften der Metalle und ihrer Legierungen. II. Teil. Physikalis Metallkunde, 6. Heft: **Die elektrische und Wärme-Leitfähigkeit.** V Dr. A. Schulze. 1. Lieferung. Berlin 1923, Gebrüder Borntraeg 185 S. mit 36 Abb. Preis Gz. 11,25.

Schriften zur Kultur und Technik Heft 3: **Die Fortschritte der drahtlos Telegraphie und Telephonie in Deutschland während der Jahre 19 bis 1922.** Von E. Scheiffler. Berlin 1922, Tauber-Verlag. 56 Preis Gz. 0,5.

Den außerordentlich wichtigen Erfindungen der drahtlosen Na richtenübermittlung im letzten Jahrzehnt stehen auf anderen Gebiet der Elektrizität keine gleichwertigen Fortschritte gegenüber. Die E findungen haben sich zum Teil überstürzt, und was heute auf diese Gebiete noch zeitgemäß ist, kann in kurzem schon überholt sein. Schei ler schildert den letzten Werdegang der einzelnen Verfahren und ge auf die Vorzüge und Nachteile der wichtigsten Apparate und Maschin näher ein.

Deutscher Bund Heimatschutz und Deutscher Werkbund. **Die Ingenieu bauten in ihrer guten Gestaltung.** Von Dr.-Ing. W. Lindner u Architekt G. Steinmetz. Berlin 1923, Ernst Wasmuth A.- 206 S. mit 250 Abb. Preis geb. Gz. 20.

Vorlesungen über Ingenieur-Wissenschaften. Von Prof. G. Ch. Mehtens. 2. Teil: **Eisenbrückenbau.** 3. Band: Die Hauptträgersysten nebst ihrer Berechnung — Bauliche Einzelheiten der Balken — Boge und Hängebogenbrücken — Bauliche Einzelheiten der Hängebrück — Herstellung der Eisenbrücken in der Werkstatt und auf der Ba stelle. Leipzig 1923, Wilhelm Engelmann. 445 S. mit 579 Abb. u 1 Tafel. Preis Gz. 28.

The future of German industrial exports. Von S. Herzog. New Yo 1918, Doubleday, Page & Company. 196 S.

Psychotechnisches Praktikum. Von Dr. F. Giese. Halle 1923, Wen & Klauwell. 154 S. mit 50 Abb. Preis Gz. 3,15, geb. 4,15.

Die Reklame des Maschinenbaues. Von Prof. G. v. Hanffstenge Berlin 1923, Julius Springer. 144 S. mit vielen Abb. Preis geb. Gz.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 24 SONNABEND, 16. JUNI 1923 BD. 67

INHALT:

Die Keramik im Dienste von Industrie und Volkswirtschaft.[1]

Von W. Treptow, Oberregierungsrat, Charlottenburg.

Bedeutung. Geschichte. Herstellung. Eigenschaften. Verwendung in den verschiedenen Zweigen der Technik.

Wenn in einem Kreise von Gebildeten das Gespräch auf Keramik kommt, so kann man sicher sein, daß die kunstgewerbliche Bedeutung des Faches mehr oder weniger allen bekannt ist. Dem einen oder andern -den die Funde bei den Ausgrabungen in Troja oder Ninive fallen; ein Sammler wird auf etruskische Vasen, auf Tanagra-uren, auf französische Fayencen, auf englisches Steingut des n Jahrhunderts, chinesisches Porzellan oder auf altes rhei-ches Steinzeug aus dem 16ten Jahrhundert mit seinen Kannen Krügen zu sprechen kommen, die zahllosen Gebrauchsgegen-nde des täglichen Lebens bis zu den wundervollen Kunst-eugnissen der Porzellanmanufakturen werden jedem sofort schweben — von der Bedeutung der Keramik für die Technik d kaum die Rede sein.

Kommt in einem Kreise von Ingenieuren die Rede auf ses Thema, so wird jeder an sein Sondergebiet, der Bau-enieur an die Kanalisationsröhren, der Architekt an Ziegel, ker und Fliesen, der Hüttenmann an seine Öfen, der Chemiker die zahllosen Schalen und Apparate seines Laboratoriums Betriebes, der Elektrotechniker an die Isolatoren ken, aber selbst in diesem Kreise von Fachleuten wird kaum m, am wenigsten vielleicht dem Maschineningenieur, sofort enwärtig sein, daß es kaum einen Zweig der Technik gibt, der t unmittelbar oder mittelbar keramische Erzeugnisse braucht, weder Eisen noch andere Metalle, weder Zement noch Glas, ler Säuren noch Alkalien hergestellt werden können, ohne die amischen Stoffe als Hilfsmittel zu gebrauchen. Die über-ende volkswirtschaftliche Bedeutung der Keramik wird selbst diesem Kreise von Fachleuten nicht sofort in vollem Umfang annt werden. Und doch werden in allen Zweigen der kera-chen Industrie zusammen in Deutschland fast 550 000 Arbeiter ne die Angestellten) beschäftigt. Einen Maßstab für den lenverbrauch geben folgende Zahlen: Zur Erzeugung von g Porzellan verbraucht man etwa 3 kg Steinkohle und zur stellung von 1 kg Steinzeug etwa 0,6 kg Kohle.

Wie weit die Unterschätzung der ungeheuren Wichtigkeit Keramik für alle Zweige der Technik geht, ist auch daraus ersehen, daß in großen Nachschlagewerken, die im allge-nen recht gute Auskunft über Maschinen aller Art, über trotechnische, physikalische und chemische Vorgänge usw. en, zwar die Keramik als Zweig des Kunstgewerbes, auch Herstellung ihrer Erzeugnisse nebst den dazu gehörigen schinen recht gut behandelt wird, aber die mannigfache Ver-ndung ihrer Erzeugnisse in der Technik oft kaum gestreift wird

Erinnert sei an dieser Stelle daran, daß die Herstellung von rauchsgegenständen aus gebranntem Ton zu den ältesten Ge-ben des menschlichen Geschlechts gehört. Als in grauer Vorzeit selbst die Gewebe noch im Hause hergestellt wurden, als Bäckerei und sogar Müllerei noch in jeder Häuslichkeit ausgeübt wurde, muß die Erzeugung von Töpfen und Schalen aus gebranntem Ton schon ein selbständiges Gewerbe gewesen sein. Wenn darüber selbstverständlich auch mittelbare Nachrichten fehlen, so ist die große Gleichartigkeit im Gefüge und in der Form bei vorgeschichtlichen Funden gleichen Alters nicht anders zu erklären als dadurch, daß eben eine gewerbsmäßige Fabrikation bestanden hat. Geht doch die Gleichmäßigkeit in diesen Dingen so weit, daß der Fachmann mit ziemlicher Bestimmtheit sagen kann, dieses oder jenes Bruchstück stammt aus der zweiten oder vierten Schicht von Troja oder stammt nach der Glasur aus dem zweiten oder ersten Jahrtausend vor Christus, d. h. aus den Zeiten der soundsovielten altägyptischen Dynastie. Wie also der Geologe gewisse Versteinerungen als Merkmal für das Alter dieser oder jener geologischen Schicht zu betrachten gewohnt ist, so braucht Schliemann bei der Aufdeckung der verschiedenen Schichten auf dem Hügel von Hissarlik die gefundenen Bruchstücke von keramischen Erzeugnissen gewissermaßen als „Leitscherben". Aus diesen Funden — man denke an die Ergebnisse der Aufdeckung von Pompejanischen Häusern oder in den Thermen von Trier — geht zu gleicher Zeit die ganz außerordentliche Widerstandsfähigkeit des gebrannten und zunächst so zerbrechlich erscheinenden Tones gegen Verwitterungseinflüsse aller Art hervor. Der gelegentlich gebrauchte Ausdruck „dauernder als Erz (Eisen)" ist nicht übertrieben.

Die Anwendung der keramischen Erzeugnisse in der Technik beginnt in größerem Maßstabe erst in der zweiten Hälfte des 19ten Jahrhunderts. Sie ist für Deutschland unlöslich verknüpft mit der Einführung der Kanalisation in den größeren Städten. Als in den siebziger Jahren des 19ten Jahrhunderts Städte wie Danzig, Stettin, Frankfurt a. Main, Hambung, Berlin usw. anfingen, zu kanalisieren, waren sie nicht nur auf englische Ingenieure, sondern auch auf englisches Röhrenmaterial angewiesen. Diese englischen Röhren waren von heller Farbe, der „Scherben" weißlich grau von gleichmäßig feinem Korn und mit hellbrauner Glasur versehen. Das Gefüge dieser Röhren war nicht sehr dicht und lediglich nach dem Gesichtspunkt hergestellt, das Schwinden beim Brennen klein zu halten und dadurch die lichten Weiten in den geforderten genauen Maßen zu bekommen. An Säurefestigkeit, ganz besonders an Dichtigkeit und Undurchlässigkeit der Rohrwandungen ließen die Rohre vieles, wenn nicht alles zu wünschen übrig. Wohl deckte die Glasur die Poren, sobald aber die Glasur Risse bekam, hielt der feuerfeste Ton nicht mehr dicht, und diese Wasserdurchlässigkeit führte vielfach zu bedenklicher Versumpfung des Untergrundes der Städte. Da war es ein deutscher Industrieller, Carl Adolf Brandt in Berlin, damals Direktor der Kontinental-A.-G. für Gas- und Wasseranlagen, der im Jahre 1873 daran ging, Kanalisationsröhren für die Ableitung von Gebrauchswässern der Fabriken und Gemeinwesen herzustellen, die genügend säurefest, möglichst unempfindlich gegen die Abnutzung durch mitgeschwemmten Sand und vor allen Dingen so gut wie völlig wasserundurchlässig aus dichtem Steinzeug hergestellt wurden. Diese Fabrik lag in Münsterberg i. Schlesien; sie feiert in diesem Jahr und mit ihr die Firma Deutsche Ton- und

[1] Die Jubiläumsschriften großer Firmen tragen vielfach im wesentlichen Charakter von Werbeschriften. Daher scheint es bemerkenswert, daß an-ch des 50jährigen Jubiläums der Deutschen Ton- und Steinzeugwerke der ktor dieses Unternehmens Dr.-Ing. Dr. phil. F. Singer unter Mitwirkung reicher Fachgenossen ein umfangreiches und bedeutsames technisch-enschaftliches Werk „Die Keramik im Dienste von Industrie und Volks-schaft" (Friedr. Vieweg 1923) herausgegeben hat. Das ist um so mehr an-kennen, als Kerls „Handbuch der gesamten Tonwarenindustrie" (in 3. Aufl. beitet von Cramer und Hecht 1907) seit 1915 vergriffen ist. Wir haben des-die Gelegenheit benutzt, um die Bedeutung der keramischen Industrie an Hand des neuen Buches zu würdigen. Die Schriftleitung.

Steinzeugwerke Aktiengesellschaft in Charlottenburg (D. T. S), in der die Münsterberger Fabrik aufgegangen ist, den Tag ihres fünfzigjährigen Bestehens.

Anläßlich dieses Jubiläums wurde der Firma Deutsche Ton- und Steinzeugwerke Aktiengesellschaft in Charlottenburg, die heute etwa 30 Betriebe umfaßt und sämtliche in der Elektrotechnik, in der Chemie, im Tief- und Hochbau und in allen übrigen Zweigen der Technik verwendeten keramischen Erzeugnisse herstellt, ein Werk gewidmet, das den Titel führt, der als Überschrift dieses Aufsatzes dient. Dieses Werk gibt, weit über den engen Rahmen einer Fest- oder Werbeschrift hinausgehend, einen vorzüglichen objektiven Überblick über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Keramik, über ihre allgemeinen wissenschaftlichen Grundlagen, die verwendeten Rohstoffe usw., über die Einteilung der Tonwaren, die keramischen Fabrikationen, die Eigenschaften der Erzeugnisse. In diesem Werk, an dem über achtzig der hervorragendsten Fachleute als Mitarbeiter tätig gewesen sind, bildet einen Hauptteil die Verwendung der keramischen Erzeugnisse im Haushalt, im Gewerbe und in der Industrie

Um auf die oben erwähnte Fabrikation von Kanalisationsröhren im Münsterberger Stammwerk noch einmal zurückzukommen, so gelang die Absicht, die englischen Rohre vom deutschen Markt zu verdrängen, mit so durchschlagendem Erfolg, daß umgekehrt deutsche Rohre ein Erzeugnis für die Ausfuhr nach angrenzenden Ländern wurden. Neben den Steinzeugröhren bildet die Herstellung von Gefäßen, Geräten und Apparaten für die mannigfachen chemischen Prozesse sowie von feuerfesten Produkten aller Art die Hauptgrundlage des D. T. S.-Konzerns.

Abb. 1. Kühlschlange.

Das oben genannte Buch bringt neben einer Übersicht über die natürlichen Rohstoffe der keramischen Industrie, ihre Geologie, Untersuchung und Zusammensetzung zunächst den Hergang der Fabrikation bei den hauptsächlichen keramischen Erzeugnissen, als Ziegel, feuerfeste Produkte, Töpfereierzeugnisse, Steingut, Steinzeug, Porzellan und Steatit. Gemeinsam sind all diesen Erzeugnissen drei Eigenschaften: die Bildsamkeit des Rohstoffes, das Hartwerden im Brennvorgang und ein mehr oder weniger großes Schwinden beim Brennvorgang.

Die genannten Erzeugnisse unterscheiden sich nach den Eigenschaften ihrer Bruchstücke (Scherben) ganz kurz zusammengefaßt in zwei Hauptgruppen, in poröse und dichte Massen: Erstens Irdengut, Tongut und Steingut. Dahin gehören poröse Tonwaren, einschließlich des Baumaterials, wie Ziegel, Bauterrakotten, Tonplatten usw. und die feuerfesten Erzeugnisse (Schamotte aus hochfeuerfestem Ton, Retorten, Muffeln und Tiegel für metallurgische Zwecke); ferner Töpfereierzeugnisse einschließlich der sogenannten ordinären Fayence, der Blumentöpfe, Ofenkacheln usw. und schließlich Steingut (Tonzellen, Tonpfeifen, Sanitätsgeschirr usw.).

All diesen Ton- oder Irdenwaren gemeinsam ist der Scherben von erdigem Bruch, der saugfähig ist, demnach an der Zunge klebt, und für Licht undurchlässig ist.

Zweitens Waren mit dichtem gesintertem Scherben, klingend, nichtsaugend mit muscheligem Bruch: das Sinterzeug. Hierunter fallen als Baustoffe: Klinker, Fliesen, Kanalisationsröhren, nicht weißbrennend, dann die mehr oder weniger weißbrennenden säurefesten Steine und Isolatoren, ferner Wannen, Tröge, chemische Gefäße und das Steinzeug, auch künstlich gefärbt im engeren Sinne mit den Untergruppen: Feinsteinzeug und D. T. S.-Sillimanit. Endlich gelangen wir zum Porzellan, dessen Scherben durchscheinend und weißbrennend ist, von ebenfalls dichtem Gefüge und muscheligem halbverglastem Bruch.

Die Anwendung der Erzeugnisse aus Porzellan in der Elektrotechnik ist insbesondere für Isolatoren allgemein bekannt. Hier ist, neben einer großen Wetterbeständigkeit, die Isolationsfähigkeit die Hauptsache[1]). Auf die ausführliche Behandlung gerade der Isolatoren und der übrigen keramischen Erzeugnisse im Dienste der Elektrotechnik ist im achten Hauptteil des oben genannten Werkes auf etwa 100 Seiten Text besonders ausführli eingegangen worden. An dieser Stelle kann darauf sowie a die in der Fußnote genannte Quelle, bezüglich der Prüfung d Porzellans auf Durchschlagfestigkeit, Widerstandsfähigkeit geg hochgespannte Ströme, Gasdichte usw., nur kurz verwies werden.

Bis zu einem gewissen Grade außerhalb der sonstigen ker mischen Erzeugnisse und in seinen physikalischen Eigenschaft höher steht der Steatit, dessen Rohstoff, der Speckste (Magnesiumsilikat), nicht in dem gleichen Maße bildsam ist w Ton, wohl aber hartbrennend und von außerordentlich gering Schwindung. Auf die Verwendung des Steatits, besonders fi Gas und Azetylenbrenner, wird weiter unten noch näher ei gegangen werden.

Wie verschiedene, zum Teil einander geradezu wide sprechende Anforderungen bei der Verwendung gewisser ker mischer Erzeugnisse gestellt werden, möge an folgendem Beispi erläutert werden. Eines der wichtigsten Verwendungsgebiete i der Bau von Öfen aller Art in der Metallurgie und chemisch Industrie, besonders der Hochöfen, der Martinöfen und d elektrischen Öfen. Hier ist einerseits möglichst geringe Wärm durchlässigkeit erforderlich, um die Wärme innerhalb der feuerfesten Wandungen der Öfen zusammenzuhalten. Anderseits ist für Retorten, Abdampfschalen und Ziegel ein möglichst großes Wärmeleitvermögen erwünscht, da ja die Hitze in diesem Fal durch den feuerfesten Stoff auf das in dem Tiegel oder in der Re torte befindliche Material übertragen werden muß. Ebenso is möglichst großes Wärmeleitvermögen erwünscht, wenn durc Kühlung von außen die in den Steinzeugröhren und Schlange fließenden Gase oder Flüssigkeiten in ihrer Temperatur herab gesetzt oder die Innenwand eines Ofens, zum Beispiel beim Ge wölbe eines Martinofens, vor dem Abschmelzen geschützt werde soll. Um hierfür eine Übersicht zu geben, ist dem Buch ein besonders ausführliche Tabelle über die Wärmeleitfähigkeit alle keramischen Stoffe beigefügt, die die für den Wärmedurchgang wichtigsten Begriffe und Größen und die Verfahren zur Be stimmung des Wärmeleitvermögens an Hand von im Text er läuterten Formeln zusammenfaßt. Ganz kurz kann man sagen daß ein keramisches Erzeugnis die Wärme um so besser leitet je dichter, d. h. je stärker es gesintert ist, und um so besser gegen Wärme isoliert, je poröser es im Gefüge ist.

Abb. 2. Linsenkühler.

Abb. 3. Streudüse.

Z23/758

Abb. 4. Verteiler.

Ähnlich widerspruchsvoll liegt es auf dem Gebiete der Wasserdurchlässigkeit. Während fast allgemein möglichst groß Wasserundurchlässigkeit eine der Grundbedingungen der kera mischen Erzeugnisse ist, die beim Steingut durch die Glasur und auch durch das gesinterte Gefüge erreicht wird, ist auf dem Sondergebiet der Filter das Gegenteil der Fall. Die zum Beispie beim Pasteur-Filter verwendete Steingutkerze gestattet durch ihre feinporiges Gefüge zwar der Flüssigkeit den Durchtritt nicht aber den im Wasser schwebenden Verunreinigungen, zu denen auch die kleinsten Mikroorganismen gehören. Jedoch war der langsame Filtervorgang ein großer Nachteil dieser Steingutzellen. Da bedeutete das Berkefeld-Filter mit seiner Filterkerze oder Zelle aus Kieselgur (gebrannte hochporöse Infusorienerde) einen gewaltigen Fortschritt, denn dieses Filter durch das die Flüssigkeit von außen nach innen durchtritt, so daß die Kerze jederzeit durch Bürsten leicht gereinigt werden kann.

[1]) Vergleiche Felix Singer und Ernst Rosenthal, „Die physikalischen Eigenschaften des Porzellans". Berichte der Deutschen Keramischen Gesellschaft, Band 1, 1920.

efert bei sachgemäßer Behandlung in kurzer Zeit genügende Mengen von durchaus akterienfreiem Wasser. — An die sonigen in der Krankenpflege zahlreich erwendeten Gebrauchsgegenstände aus orzellan oder Steinzeug sei nur kurz rinnert.

Bevor wir auf die ganz außerordentche Wichtigkeit der Keramik für das große ebiet der technischen Chemie eingehen,

Abb. 5 und 6. Zentrifugalzerstäuber.

Abb. 7. Hahn mit federnder Sicherung.

Abb. 8. Gepanzerter Durchgangshahn.

i noch folgender Punkt bezüglich der Rohstoffe hervorgehoben, r gerade für unsere jetzige wirtschaftliche Lage von allerrößter Bedeutung ist. Wir finden nämlich fast sämtliche ohstoffe, die wir für die Herstellung der keramischen Produkte weitesten Sinne des Wortes brauchen, im Inland, sind also f diesem Gebiet wie auf kaum einem andern von der Gnade d der Mißgunst des Auslandes unabhängig.

Von den physikalischen Eigenschaften der keramischen rodukte, Festigkeit usw., die an anderer Stelle dieses Heftes in nem besonderen Aufsatz ausführlich besprochen werden, möge dieser Stelle nur die außerordentlich hohe Druckfestigkeit des einzeuges und der Porzellane hervorgehoben werden. Sie beegt sich zwischen 4600 bis 5800 und beim Steatit bis rund 00 kg/cm², ist also so hoch wie die guter Gußeisensorten. Die n früher her bekannten Druckfestigkeitszahlen sind also weit berholt[1]). Diese hohe Druckfestigkeit gilt allerdings nur bei veränderlicher Belastung, nicht aber bei plötzlichem Stoß oder hlag. In solchen Fällen aber wäre zu erwägen, ob die Verche mit Lagerschalen aus stark gesintertem Hartsteinzeug für aschinen, insbesondere vielleicht für gewisse Pendellager an rücken, die nicht auf Reibung, sondern nur auf Druck beanrucht sind, nicht wieder aufgenommen werden müßten.

Wenn wir dann auf das Riesengebiet der Keramik im ienste der technischen Chemie zu sprechen kommen, so fällt es hwer, zu entscheiden, ob die Keramik mehr zu der Entwicklung nserer chemischen Industrie oder umgekehrt die stetig wachsenn Anforderungen der technischen Chemiker mehr auf die Fortntwicklung der Keramik eingewirkt haben. Wenn wir auch hon in den ältesten chemischen Laboratorien einfache keraische Gefäße vorfinden, so ist doch auf keinem andern Gebiet r Fortschritt in den letzten drei oder vier Jahrzehnten so ngeheuer groß wie hier. Die Steinzeugindustrie stand hier r der schwierigsten Aufgabe insofern, als sie der technischen hemie ihr Rüstzeug gegen die stärksten Mächte der Zerstörung liefern hatte, ein Rüstzeug, dessen Haupteigenschaften in n Begriffen säurefest und feuerfest wohl charakrisiert sind, aber kaum in dem vollen Umfang zum Ausdruck mmen. So ist bei zahlreichen Arbeitsvorgängen eine nachägliche Konzentrierung der hoch erhitzten Säuren oder ihrer ämpfe notwendig. In vielen Fällen wurde dort, wo es sich um hr stark wirkende Lösungen handelte, früher Platin verwendet. er unerschwingliche Preis des Platins zwang zu Versuchen ch einem gleichwertigen Ersatzstoff. Auch dort, wo recht gute iderstandsfähige Naturprodukte, wie Volvic-Lava usw., verendet wurden, wird jetzt und ebenso an Stelle des Platins mit tem Erfolge Steinzeug oder Quarzglas benutzt. Auf manchen ebieten der chemischen Industrie geht die Anwendung des einzeuges soweit, daß man ohne Übertreibung sagen kann, daß ispielsweise die Herstellung der Salzsäure ohne Steinzeug wirthaftlich ganz undenkbar ist. So nehmen auch mit Recht in m Buch, von dem wir ausgehen, die Röstöfen für Schwefelkies, e Stickstoffverbrennungsöfen, die Öfen zur Gewinnung des hwefels aus Hochofenschlacke und zur Erzeugung von hwefelkohlenstoff, dann vor allen Dingen die Muffelöfen und etorten für die Salzsäuregewinnung, durch zahlreiche Abldungen erläutert, einen großen Raum ein.

Es sei nun gestattet, an Hand einiger Abbildungen wenigens einige Beispiele von Maschinenteilen aus keramischen Erugnissen zu bringen. Abb. 1 zeigt eine Kühlschlange aus einzeugröhren, die in der Salpetersäurefabrikation verwendet ird. Die bei der Darstellung aus Chilesalpeter und Schwefelure erhaltenen Gase von hoher Temperatur werden in diesen ühlschlangen in einem Kühlkasten in ihrer Temperatur so weit rabgesetzt, wie dies nötig erscheint. Da erfahrungsgemäß das erste Stück der Schlange, an dem die Gase eintreten, am stärkn beansprucht wird, werden dort besondere leicht ersetzbare eile aus Steinzeug oder Porzellan oder besondere ebenfalls icht erneuerbare Vorschlangen vor die eigentliche Kühlschlange geschaltet. Auf demselben Gebiet wird der Linsenkühler der „D. T. S.“, Abb. 2, verwendet. Er besteht aus einzelnen linsenförmigen, mit ihren zentrischen Flanschen aufeinander geschliffenen Teilen, die dem hoch erhitzten Gas einen möglichst langen Weg darbieten und durch ihre große Kühlfläche eine gute Kondensation bewirken. Ebenfalls bei der Konzentration der Schwefelsäure werden Verteiler aus Steinzeugröhren oder Streudüsen nach Abb. 3 und 4 benutzt. Besonders die Abbildungen 5 und 6 zeigen eine Zerstäuberdüse, die auf anderen Gebieten der Technik in genau gleicher Bauart aus Metall hergestellt wird. Auf dem Grundkörper *B* sitzt ein Zerstäuber *G*, der von radialen Kanälen *C* aus in dem Raum *FD* die Gase oder Flüssigkeiten in starke Drehung versetzt und sie dadurch in dem Mundstück *E* zerstäubt. Die Kappe *A* kann mit Hilfe verschieden dicker Unterlegringe *H* verschieden weit auf den Grundkörper *B* aufgeschraubt werden, wodurch in einfachster Weise, abhängig vom Druck, der Grad der Zerstäubung geregelt werden kann. In den zum Fortleiten von Gasen und Flüssigkeiten dienenden Rohren sind naturgemäß auch Hähne und andere Absperrvorrichtungen erforderlich. So zeigt Abb. 7 einen Hahn aus Steinzeug oder Porzellan, dessen Küken durch eine Feder gegen etwaiges Herausspringen gesichert ist. Um bei stärkerem Druck Unglücksfälle durch Springen des Steinzeuges zu vermeiden, werden vielfach solche Teile durch eine Hülle aus Eisen oder Hartblei gepanzert, Abb. 8.

Abb. 9 und 10. Rührer aus Steinzeug.

Bei den Maschinen zum Mischen von Flüssigkeiten oder zum Auflösen von festen Bestandteilen in Flüssigkeiten müssen natürlich nicht nur die Misch- und Rührgefäße, sondern auch die Rührer selbst mit ihrem in das Gefäß hineinragenden Schaft aus Steinzeug hergestellt werden. Abb. 9 und 10 zeigen derartige Rührwerkzeuge, deren Antrieb außerhalb des Gefäßes liegt und sich in keiner Weise von den bei Rührwerken aus Metall üblichen unterscheidet.

Zur Bewältigung großer saurer Gasmengen dienen die Kreiselsauger (Exhaustoren). Diese Kreiselpumpen aus Steinzeug sind dadurch bemerkenswert, daß die mit ihrer Welle aus einem Stück bestehenden Flügelräder aus Steinzeug, Abb. 11, imstande sind, den bei den großen Umlaufzahlen entstehenden

[1]) Vergl. G. Lindner, Karlsruhe, Z. 1905 Bd. 49 Nr. 32.

Fliehkräften zu widerstehen. Allerdings mußte die Formgebung bei dem Flügelrad aus Steinzeug mit Rücksicht auf die geringere Zugfestigkeit des Baustoffes in der Massenverteilung etwas anders ausfallen, als dies bei Flügelrädern aus Metall üblich ist.

Die Kolbenpumpen für Gase sind nach dem für all diese Maschinen maßgebenden Grundsatz gebaut, daß alle die Teile, die mit sauren Gasen oder angesäuerten Flüssigkeiten in Berührung kommen, aus Steinzeug bestehen, während die eigentlichen außerhalb des sauren Gas- oder Flüssigkeitsstromes liegenden Antriebteile in der allgemein üblichen Weise aus Metall hergestellt werden. Diese Kolbenpumpen aus Steinzeug leisten 4 l bei einfacher und bis zu 8 l bei Zwillingsanordnung für jeden Umlauf der Maschine. Die Anschlußweiten für die Saug- und Druckleitungen betragen 15 bis 100 mm. Die Umlaufzahl geht bei den kleineren Pumpen bis zu 50, bei den größeren nicht über 30 bis 40 in der Minute. Bei einer Leistung von etwa 2 PS ist eine Saughöhe von 3 m und eine Druckhöhe von 12 m zulässig. Eine solche Kolbenpumpe für Gase mit einer in einem besondern Gefäß vorgeschalteten Sperrflüssigkeit zeigt Abb. 12. Auch bei diesen Pumpen können die auf Druck beanspruchten keramischen Teile gegebenenfalls durch Hartbleiumhüllung gepanzert werden.

Zum Schluß sei noch mit einigen Worten auf den bereits oben kurz erwähnten Steatit eingegangen. Schon bei den Isolatoren für die Elektrotechnik spielt die weiße Farbe und Transparenz des Porzellans nicht die Hauptrolle, sondern andere Eigenschaften: Zugfestigkeit, Wetterfestigkeit und Isolationsfähigkeit, so daß die Elektrotechnik für viele der größten Ausführungen auf die weiße Farbe des Porzellans verzichtet, weil das farbige Feinsteinzeug (DTS-Sillimanit) sich für bestimmte Sonderfälle besser eignet. So greift sie weiter in all den Fällen, in denen größte Genauigkeit und höchste Festigkeit verlangt wird, zu dem hochwertigen Steatit, obwohl dieses Material zwar einen weißen aber nur wenig transparenten Scherben, jedoch gelbe Oberfläche hat und dadurch unscheinbarer, man möchte sagen minderwertig, aussieht. Der Steatit ist im Gegensatz zu allen bisher besprochenen Erzeugnissen frei von Tonsubstanz. Er enthält als Rohstoff den Speckstein (Magnesiumsilikat) und hat den großen Vorzug des geringen Schwindens beim Brennen. Während das Porzellan beim Brande um 16 bis 20 vH schwindet, schwinden aus Naturspeckstein gedrehte und gedrechselte Artikel im Brande nur um 1 vH. Aber auch das zweite Arbeitsverfahr[illegible] die Herstellung aus trocken gepulverter, stark gepreßter u[illegible] dann bei 1500° gebrannter Steatitmasse, liefert Erzeugnisse v[illegible] einer Genauigkeit, die mit Steinzeug und Porzellan [illegible] erreichbar ist. Das Anwendungsgebiet des Steatits liegt erste[illegible] in der Elektrotechnik (Sicherungspatronen, Schalterrädch[illegible], Schaltersockel usw.), ferner in der Beleuchtungsindust[illegible] (Brenner für Gas und Azetylen) und endigt vorläufig in [illegible] Herstellung von Zündkerzen für Verbrennungskraftmaschinen.

Abb. 11. Flügelrad aus Steinzeug.

Abb. 12. Steinzeugpumpe für Gase.

Auf all diese hier berührten Gebiete geht das oben [illegible]nannte Buch „Die Keramik im Dienste von Industrie und Vol[illegible]wirtschaft“ mit solcher Sachlichkeit und in solcher Ausführli[illegible]keit ein, daß niemand, der sich mit diesen Fragen beschäftigt, [illegible] diesem Werk wird vorübergehen können. [1783]

Keramische Massen als Werkstoffe.

Von Dr.-Ing. Dr. phil. Felix Singer, Direktor der Deutschen Ton- und Steinzeug-Werke Aktien-Gesellschaft, Charlottenburg.

Ersatz von Metall im Maschinenbau usw. durch keramische Stoffe. — Vergleichende Gegenüberstellung der physikalischen Eigenschaften der keramischen Werkstoffe zu denen der Metalle und Richtlinien für ihre vorteilhafte Anwendung als Apparatebaustoff.

Die Not der Zeit zwingt zum Sparen. Hierzu gehört auch die jeweilige höchste Ausnutzung aller benutzten Werkstoffe und ihre Verwendung am richtigen Platz. Jeder Gebrauch teurer und ausländischer Stoffe als Konstruktionsmaterial der Technik ist daher in volkswirtschaftlichem Sinne Verschwendung, wenn diese Stoffe sich durch im Sonderfall gleichwertige inländische Massen ersetzen lassen. Selbstverständlich darf es sich hierbei nicht um einen „Ersatz“ im Sinne der Kriegsstoffwirtschaft handeln, sondern die Einführung billiger inländischer Materialien kann zweckmäßig nur vom Standpunkt des Ingenieurs geschehen, der jede Verschlechterung der Qualität seiner Geräte grundsätzlich ablehnt und sie möglichst noch zu steigern beabsichtigt. Der Erfüllung dieses Programms war bisher vielfach noch eine unzureichende Kenntnis der physikalischen Eigenschaften keramischer Massen hinderlich. Sie gelten als zerbrechlich und leicht zerstörbar, und doch gibt es für gewisse Beanspruchungen keine widerstandsfähigeren und beständigeren Werkstoffe als Steinzeug, Porzellan, Steatit, Quarzgut usw. Wesentlich ist es nur, ihre Eigenschaften und Anwendungsgrenzen genau zu kennen, sie überall dort zu verwenden, wo sie Besseres bieten als andere Stoffe, und ihre Benutzung auszuschließen, wo sie nur „Ersatz“ geeigneter Materialien sein können. Als solche kommen zunächst und allgemein „Metalle“ in Betracht. So groß die Unterschiede der verschiedenen Metalle und Legierungen untereinander auch sind, in gewissen Eigenschaften ähneln sie einander und unterscheiden sich grundsätzlich von keramischen Materialien. Die Druckfestigkeit von Metallen und Keramiken bewegt sich ungefähr in der gleichen Größenordnung, dagegen haben Metalle eine um das Vielfache größere Zugfestigkeit als keramische Stoffe. Ebenso ist die Biege- u[illegible] Schlagbiegefestigkeit (Kerbzähigkeit) von Metallen größer [illegible] von keramischen Massen. Steinzeug, Porzellan und Steatit, [illegible] dichten und daher festesten Keramiken, haben sehr erheblic[illegible] Druckfestigkeiten, die hinter den Ziffern für Metalle nicht od[illegible] nicht wesentlich zurückstehen; dagegen ist das Verhältnis dies[illegible] Ziffern zu den Zahlen für die Zug-, Biege- und Schlagbie[illegible]festigkeit für die letzteren weniger günstig. Elastizitätsmodu[illegible] von Metallen und Keramiken bewegen sich in der gleich[illegible] Größenordnung, jedoch mit dem Unterschied, daß die Zu[illegible]dehnung bei den Metallen außerordentlich viel größer ist als [illegible] Werkstoffen der Tonindustrie. In einer mechanischen Eige[illegible]schaft werden Metalle von Keramiken übertroffen, nämlich in d[illegible] Widerstandsfähigkeit gegen schleifende Wirkung harter Stof[illegible] Steinzeugfliesen als Fußboden- und Bürgersteigbelag veranscha[illegible]lichen diese Festigkeit bereits im täglichen Leben, während d[illegible] Patent Nr. 187 616 auf die Thyssenschen Spülversatzrohre bewu[illegible] und mit dem allergrößten praktischen Erfolg Metallrohre dur[illegible] Porzellan- und Steinzeugrohre ersetzt. Hunderttausende Tonn[illegible] von Spülversatz (Sand, Schlacke usw.) werden hier durch P[illegible]zellan- und Steinzeugrohre geschlämmt, ohne diesen Baustoff [illegible] zerstören[1]).

Die größten Unterschiede weisen Metalle und Keramik[illegible] beim Erhitzen auf. Die ersteren haben einen Schmelzpunkt, d. [illegible] ihr Übergang von der festen zur flüssigen Form erfolgt b[illegible] einem bestimmten Celsiusgrad, während die keramischen Mass[illegible] nicht in dem gleichen Sinne schmelzen, sondern mit steigend[illegible]

[1]) Vergl. Z. 1910 S. 1976/77.

Masse	spez. Gewicht	Raumgewicht	Porenraum	Porosität durch Wasseraufnahme	Druckfestigkeit	Zugfestigkeit	Biegefestigkeit	Elastizitätsmodul	Torsionsfestigkeit	Kugeldruckprobe	Schlagbiegefestigkeit	Zähigkeit, Trommelprobe	Härte: Sandstrahlabnutzbarkeit	Härte: Skleroskop	Kegelschmelzpunkt	Erweichungstemperatur unter Belastung	linearer Ausdehnungskoeffizient	Wärmekapazität spez. Wärme zwischen 17 und 100° C	thermischer Widerstandskoeffizient[1])	Wärmeleitfähigkeit $kcal \cdot m^{-1} \cdot h^{-1} \cdot Grad^{-1}$	Temperaturleitfähigkeit = Wärmeleitfähigkeit[4]) / Dichte × spez. Wärme
			vH	vH	kg/cm²	kg/cm²	kg/mm²	kg/mm²	kg/cm²		cmkg/cm²	Gew.-Verl. in vH	Verl. in cm³		S	°C					
Baumaterialien																					
Ziegel	1,4 bis 1,6	1,85	—	8	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,189 bis 0,241	—	0,45	—
Klinker	1,7 „ 2,0	—	—	5	350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,19	—	—	—
feuerfeste Produkte																					
Schamottemasse XX	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,33	—	—	—	33	—	—	0,205	—	—	—
Spezialmasse Z. 128	2,765	1,962	29,1	10,8	—	94	—	—	117	—	1,75	13,4	26,5	30	30	—	$5{,}5 \cdot 10^{-6}$	—	—	—	—
Magnesitziegel	3,44 bis 3,60	2,35	24 bis 30	—	etwa 535	—	246	8919	—	—	—	13,9	10,3	—	>42	etwa 1400	—	0,253[2])	—	0,396[3])	—
Kohlenstoffsteine	etwa 3	—	etwa 40	—	325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>42	—	—	0,312[2])	—	—	—
norm. Schamottesteine	2,5 bis 2,7	1,9	15 bis 35	—	70 bis 300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32 bis 35	1300	$1{,}6$ bis $5{,}7 \cdot 10^{-6}$	0,190	—	0,432[3])	—
Spezialmasse Z. 235	2,655	2,021	23,9	10,4	—	87	—	—	157	—	1,7	7,2	5,5	35	28	—	$6{,}7 \cdot 10^{-6}$	0,1850	—	—	—
Quarzgut	2,20 bis 2,07	2,068	6,0	—	19 800	—	—	6970 bis 7260	300	—	—	—	—	—	31 bis 32	—	$0{,}55 \cdot 10^{-6}$	0,2777	—	0,9360	—
Silit	2,67 „ 2,83	2,2	17,6	—	—	—	800 bis 1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,19	—	—	—
Alundum	3,91	—	—	—	—	120	1085	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$7{,}1 \cdot 10^{-6}$	—	—	—	etwa 1,44
Silikasteine	2,32 bis 2,5	—	18 bis 43	—	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	33 bis 35	1600 bis 1700	—	0,219[2])	—	0,684[3])	—
Karborundumsteine	3,1 „ 3,2	—	etwa 30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	>42	>1700	$4{,}7 \cdot 10^{-6}$	—	—	8,64[4])	—
Chromitsteine	etwa 4	—	„ 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	etwa 1300	—	—	—	—	—
Marquardtsche Masse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1820° C	—	$5{,}2 \cdot 10^{-6}$	0,229	—	—	—
Steingut																					
Steingut[5])	1,33 bis 1,6	—	—	19 bis 21	—	20 bis 50	50 bis 135	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fayencemasse Z. 135	2,592	1,925	25,7	11	—	67	233	2120	169	526	1,6	8,2	7,2	—	30	—	—	—	—	—	—
Spezialhartsteingut Z. 236	2,592	1,926	25,7	0	—	—	—	—	—	—	2,0	8,2	5,8	44	—	—	$5{,}4 \cdot 10^{-6}$	—	—	—	—
„ Z. 237	2,620	1,959	25,3	7,8	—	118	—	—	232	—	1,5	7,0	5,9	47	31	—	$7{,}1 \cdot 10^{-6}$	—	—	—	—
Spezialmasse Z. 240	—	—	—	9,3	—	—	—	—	246	—	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Steinzeug																					
Steinzeug Z. 48	—	2,192	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,7	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Z. 58	2,537	2,196	13,5	0,28	—	100	416	4 455	235	891	1,4	—	4,6	60	26	—	$4{,}5 \cdot 10^{-6}$	0,187	2,34	1,05	—
„ Z. 59	2,510	2,189	12,8	0,03	—	102	395	4 416	221	978	1,3	—	5,2	60	26	—	$4{,}9 \cdot 10^{-6}$	0,185	2,1	0,90	—
„ Z. 60	2,537	2,153	15,2	0,27	—	99	404	4 328	217	975	1,9	—	5,6	57	26	—	$4{,}5 \cdot 10^{-6}$	0,186	2,2	0,90	—
„ Z. 61	2,485	2,192	11,8	0,27	—	97	262	5 372	177	1044	1,6	—	5,4	56	29	—	$4{,}3 \cdot 10^{-6}$	0,185	1,9	0,90	—
„ Z. 64	2,532	2,075	18,1	3,19	3248	63	280	4 175	150	—	1,26	9,3	9,5	49	19	—	—	0,186	—	—	—
„ Z. 65	2,559	2,096	18,1	4,41	3636	87	246	4 339	152	—	1,4	10,6	9,9	39	19	—	—	0,185	—	—	—
„ Z. 66	2,548	2,092	17,9	5,10	5356	66	234	4 189	130	—	1,3	11,1	9,6	44	20	—	—	0,187	—	—	—
„ Z. 67	2,599	2,177	16,2	3,11	—	74	271	4 393	141	—	1,4	8,8	7,9	41	19	—	—	0,187	—	—	—
„ Z. 118	2,649	2,169	18,2	2,50	—	—	—	—	154	476	—	7,9	6,7	—	19	—	—	0,191	—	0,95	—
„ Z. 119	2,575	2,254	12,5	0,34	4666	—	376	5 540	230	517	—	5,6	3,5	—	20	—	—	0,190	—	1,35	—
„ Z. 120	2,479	2,323	6,3	0,26	5816	—	283	5 985	224	791	1,7	5,6	3,1	—	20	—	—	0,190	—	1,10	—
„ Z. 121	2,559	2,367	7,5	0,75	4235	—	297	4 800	251	912	—	4,0	3,5	—	27	—	—	0,188	—	1,35	—
„ Z. 122	2,495	2,364	5,2	1,76	—	—	402	6 850	241	796	—	5,5	3,0	—	17	—	—	0,189	—	1,15	—
„ Z. 131	2,516	2,111	16,1	2,0	—	115	289	4 276	217	696	1,5	5,7	5,3	—	27	—	—	—	—	1,10	—
„ Z. 132	2,527	2,124	15,9	2,3	—	116	286	4 437	247	711	1,6	6,1	5,2	—	28	—	—	—	—	1,25	—
„ Z. 134	2,542	2,164	14,8	1,8	—	83	339	4 895	251	724	1,6	3,6	3,2	—	29	—	—	—	—	1,30	—
„ Z. 242	2,495	2,236	10,4	0	—	88	—	—	—	—	1,8	6,5	5,5	62	28	—	—	0,187	—	—	—
„ Z. 243	2,521	2,063	18,2	0,43	—	88	—	—	—	—	1,5	6,8	6,3	43	28	—	$4{,}1 \cdot 10^{-6}$	0,186	—	—	—
„ Z. 253	2,500	2,162	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,3	—	—	—	$4{,}4 \cdot 10^{-6}$	—	—	—	—
Feinsteinzeug																					
Feinsteinzeug Z. 238	2,532	2,316	8,5	0,13	—	—	—	—	226	—	1,7	4,3	2,4	55	27	—	$5{,}7 \cdot 10^{-6}$	—	—	—	—
DTS-Sillimanit Z. 54	2,449	2,233	8,9	1,8	—	178	416	5 087	323	792	1,8	5,2	2,5	—	—	—	—	—	—	1,25	—
„ Z. 55	2,454	2,276	7,7	0,19	5833	163	580	6 475	—	982	1,7	—	3,9	64	—	—	$4{,}9 \cdot 10^{-6}$	—	2,4	1,00	—
Spezialversuchsmasse 6412	—	—	—	0	—	—	980	15 130	—	—	2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) Über den thermischen Widerstandskoeffizienten vgl. die Ausführungen im Aufsatz „Wärmetechnische Messungen" aus Singer, „Die Keramik im Dienste von Industrie und Volkswirtschaft" auf S. 434.
[2]) Zwischen 17 und 200° C. [3]) Bei 200° C. [4]) Mittel zwischen 0 und 1000° C. [5]) Nach **Harkort-Scherbius**, Festigkeitsbestimmungen von Steingutmassen.

Zahlentafel der physikalischen Eigenschaften von keramischen Massen. (Fortsetzung).

Masse	spez. Gewicht	Raumgewicht	Porenraum vH	Porosität durch Wasseraufnahme vH	Druckfestigkeit kg/cm²	Zugfestigkeit kg/cm²	Biegefestigkeit kg/cm²	Elastizitätsmodul kg/cmm²	Torsionsfestigkeit kg/cm²
Porzellan.									
Porzellan A [6])	2,464	2,269	7,9	0	—	204	656	—	—
„ B	2,459	2,299	6,5	0	—	161	688	—	—
„ C	2,473	2,345	5,2	0	—	231	570	—	—
„ D	2,440	2,341	4,1	0	—	199	696	—	—
„ E	2,446	2,310	5,6	0	—	239	777	—	—
„ F	2,424	2,317	4,4	0	—	320	855	—	—
„ G	2,449	2,298	6,2	0	—	250	686	—	—
„ H	2,495	2,376	4,8	0	—	265	690	—	—
„ Z. 152	—	—	—	0	7428	—	—	—	—
Isolatorenporzellan G	—	—	—	0	—	—	590	7 800	481
„ H	—	—	—	0	—	261	540	7 835	500
Tafelgeschirrporzellan	—	—	—	0	—	—	640	8 140	—
Berliner Hartporzellan	2,46	—	—	—	—	—	—	8 280	—
Steatit.									
Steatit Z. 50	—	2,364	—	0	—	—	—	—	—
„ Z. 56	2,785	2,423	13,0	0	7528	—	851	—	—
„ Z. 57	2,798	2,680	4,2	0	6548	—	981	—	—
„ Z. 151	—	—	—	—	7423	—	—	—	—
Glas.									
Geschmolzener Quarz [7])	2,1	—	—	—	19 800	über 700	—	7 200	300
Metalle.									
Aluminium	2,6 bis 2,7	—	—	—	—	1100 bis 1600	—	6300 bis 7500	230000 bis 270000
Eisen	7,88	—	—	—	2500 bis 6000	2800 „ 3600	3000	20000 „ 22000	700000 „ 830000
Nickel	8,35 bis 8,93	—	—	—	—	4500	—	20000 „ 22000	780000
Kupfer	8,65 „ 8,93	—	—	—	6000	1600 bis 2000	—	10000 „ 13000	390000 bis 480000
Silber	10,4 „ 10,5	—	—	—	—	1600 „ 2900	—	6000 „ 8000	250000 „ 290000
Wolfram	18,7 „ 19,5	—	—	—	—	—	—	42000	—
Platin	21,4	—	—	—	—	2400 bis 3400	—	16000 bis 17500	600000 bis 700000
Gold	19,2	—	—	—	—	—	—	7000 „ 9500	2600 „ 3900
Blei	11,34	—	—	—	500	180 bis 210	—	1700 „ 1800	55000

Masse	Kugeldruckprobe	Schlagbiegefestigkeit cmkg/cm²	Zähigkeit Trommelprobe Gew.-Verl. in vH	Härte: Sandstrahl-abnutzbarkeit Verl. in cm³	Härte: Skleroskop	Kegelschmelzpunkt SK.	Erweichungstemperatur unter Belastung °C	linearer Ausdehnungskoeffizient	Wärmekapazität, spez. Wärme zwischen 17 und 100° C	thermischer Widerstandskoeffizient [1])	Wärmeleitfähigkeit $kcal \cdot m^{-1} \cdot h^{-1} \cdot Grad^{-1}$	Temperaturleitfähigkeit = Wärmeleitfähigkeit / (Dichte × spez. Wärme)
Porzellan.												
Porzellan A [6])	674	1,75	—	—	—	—	—		—	—		—
„ B	731	1,77	—	—	—	—	—		—	—		—
„ C	960	1,80	—	—	—	—	—		—	—		—
„ D	955	1,83	—	—	—	—	—	etwa 3 bis $4 \cdot 10^{-6}$	—	—		—
„ E	1384	1,95	—	—	—	—	—		—	—		—
„ F	1376	1,99	—	—	—	—	—		—	—		—
„ G	986	1,88	—	—	—	—	—		—	—	etwa 0,9	—
„ H	1015	1,88	—	—	—	—	—	—	—	—		—
„ Z. 152	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—
Isolatorenporzellan G	—	0,90	—	2,4	—	—	—	—	—	—		—
„ H	—	0,95	—	3,3	—	—	—	—	—	—		—
Tafelgeschirrporzellan	—	1,36	—	—	—	—	—	—	—	—		—
Berliner Hartporzellan	—	—	—	—	—	1670° C	—	$3,8 \cdot 10^{-6}$	0,221	3,7	—	—
Steatit.												
Steatit Z. 50	—	—	—	2,1	—	—	—	—	—	—	—	—
„ Z. 56	—	2,2	—	—	60	—	—	—	—	—	—	—
„ Z. 57	—	2,2	—	—	52	—	—	—	—	—	—	—
„ Z. 151	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Glas.												
Geschmolzener Quarz [7])	—	—	—	—	—	1700 bis 1800° C	—	$0,55 \cdot 10^{-6}$	0,18	87,7	1,195	—
Metalle.												
Aluminium	—	400 bis 500	—	—	—	657° C	—	$24,2 \cdot 10^{-6}$	0,219	—	170	0,826
Eisen	—	—	—	—	—	1529° C	—	$11,0 \cdot 10^{-6}$	0,105	—	40	0,224
Nickel	—	—	—	—	—	1470° C	—	$12,34 \cdot 10^{-6}$	0,108	—	50,4	0,1516
Kupfer	—	1000	—	—	—	1083° C	—	$17 \cdot 10^{-6}$	0,092 72	—	260 bis 340	1,14
Silber	—	—	—	—	—	960° C	—	$19,5 \cdot 10^{-6}$	0,057	—	362	1,74
Wolfram	—	—	—	—	—	3100° C	—	4,3 bis $4,7 \cdot 10^{-6}$	0,0336	—	—	—
Platin	—	—	—	—	—	1755° C	—	$9,22 \cdot 10^{-6}$	0,032	—	60	0,243
Gold	—	—	—	—	—	1063° C	—	$13,2 \cdot 10^{-6}$	0,031	—	—	—
Blei	—	—	—	—	—	327° C	—	$29 \cdot 10^{-6}$	0,25	—	30	0,2399

[1]) s. S. 585 [6]) Nach R. Rieke und M. Gary, „Die Prüfung von Porzellan", Berichte der D. K. G. 1922 Heft 1 S. 5 ff. [7]) Nach G. Berndt.

Temperatur — beeinflußt durch gleichzeitigen Druck — langsam erweichen, wobei die Erhitzungsdauer ebenfalls von wesentlichem Einfluß auf den Beginn der Viskositätsänderung ist. Grundsätzlich verschieden sind die Größenordnungen der linearen Ausdehnungskoeffizienten von Metallen und Keramiken; die Ziffern für Metalle sind ein Vielfaches der Zahlen für die zu zweit genannten Werkstoffe. Dies ist von erheblicher Bedeutung für die gleichzeitige Anwendung beider Materialien im Falle gemeinsamer Erwärmung. Die spezifischen Wärmen verschiedener Metalle untereinander können größere Unterschiede aufweisen, als sie zwischen gewissen Metallen und Steinzeug usw. bestehen, dagegen verhalten sich Metalle und Keramiken inbezug auf die Wärmeleitfähigkeit grundsätzlich verschieden. Metalle sind mehr oder weniger gute Wärmeleiter, keramische Stoffe Wärmeisolationsmaterialien verschiedenen Grades. Der gleiche Gegensatz besteht inbezug auf die elektrischen Eigenschaften: Metalle sind die besten Leiter, Porzellan, Steinzeug, Steatit, Quarzglas die besten Isolatoren.

Die folgende Tabelle versucht, den gegenwärtigen Stand der Kenntnis der physikalischen Eigenschaften keramischer Massen darzustellen; sie weist noch sehr große Lücken auf, weil die Arbeiten auf diesem Gebiet noch sehr jungen Datums sind und die Anpassung der Metallprüfverfahren an die keramischen Sonderzwecke außergewöhnlich große Schwierigkeiten bereitet. Diese Lücken der Untersuchungen auszufüllen, ist zwar Aufgabe der Keramik, aber nicht Selbstzweck. Sie dienen der Erkenntnis des gegenwärtigen Standes der keramischen Technik, des jeweilig Erreichten, und bilden damit die Grundlage für die weitere Entwicklung, für den synthetischen Aufbau neuer, qualitativ gesteigerter Massen.

Trotz der bereits erzielten praktischen Erfolge steht die Entwicklung der modernen Keramik noch am Beginn ihres Aufstieges und vor der Lösung größerer Aufgaben. Sie hat heute bereits das Rüstzeug, um sich an solche heranzuwagen, und tut es auch in allen Fällen, wo keramische Stoffe vor Metallen Vorzüge chemischer oder mechanischer Natur besitzen. In allen Fällen, in denen Konstruktionsteile auf Biegung, Zug oder Stoß nicht oder nicht ausschlaggebend beansprucht sind und die Druckbelastung gleichmäßig ist, erscheint die Verwendung keramischer Stoffe, von Porzellan, Steinzeug, Steatit und Quarzglas, als gegeben und vorteilhaft. Sie ist Bedingung, wo eine Berührung mit sauren Flüssigkeiten und Dämpfen in Frage kommt bzw. mit rostendem Eisen schädlich ist und vermieden werden muß. Zahlreiche Werkstücke werden zweckmäßig aus keramischen Stoffen hergestellt werden können und durch den Gebrauch ihren Wert beweisen.

Die veröffentlichten Ziffern versuchen, die Kenntnis der keramischen Massen als Werkstoffe der Technik zu verbreiten, um sie überall da einzuführen, wo sie Vorteile vor Metallen haben, und um hier durch die Einfuhr ausländischer Erze und Metalle zu verringern zugunsten der Keramik, die ihre gesamten Rohstoffe im Inland findet.

Die Grundlagen der Verfestigungsvorgänge.

Von J. Czochralski, Frankfurt a. M.

(Schluß von S. 537.)

Wichtiger ist schon ein weiterer im Zusammenhang mit der Translationshypothese geäußerter Gesichtspunkt, daß auch die Lage der „vermeintlichen kristallographischen Gleitebenen" zu der Richtung, in der der Zug wirkt, auf di Festigkeit von Einfluß sei. Über die Auslegung dieser An-uung scheint aber keine Einigkeit zu bestehen. Fraenkel[1]) e die Beziehung zwischen Gleitflächenbildung und Festigkeit t so aus: „Da nun auch wieder die Festigkeit an plastische ormation gebunden ist, so ist also auch die Verfestigung mit tflächenbildung untrennbar vereint."

Für das Verhalten von Einkristallen ergeben sich daraus ende Schlußfolgerungen: Kristalle, deren „Gleitebenen" einen nkel von mehr als 45° zur Zugrichtung bilden, müßten durch schreitende Deformation entfestigt werden, wobei das Minimum Festigkeit bei einer Lage der „Gleitebenen" von annähernd zur Zugrichtung auftreten müßte. Bei weiterer Zugbean-ichung würde anderseits die Zugspannung in gleichem Maß eigen müssen. Nur bei Kristallen, deren „Gleitebenen" von herein einen Winkel von 45° zur Zugrichtung einnehmen, de das Fließen unter Anstieg der Spannung vor sich gehen. se Folgerungen stehen aber in Widerspruch mit den an Kupfer-ristallen erhaltenen Versuchsergebnissen. Bei allen Proben nte nämlich mit zunehmender Verlängerung auch ein regel-ßiger Anstieg der Spannung beobachtet werden. Demnach fte auch bei dieser Überlegung eine Verwechslung der funk-ellen Beziehungen in gleicher Weise, wie dies in bezug auf i Dehnung gezeigt werden konnte, vorliegen.

Die Vorgänge bei der Verfestigung widersprechen mithin n kristallographischen Deutungsversuchen, sie scheinen wohl

Abb. 6 bis 8.
Abb. 6. Verdrehter Aluminium-Einkristall (Rundstab), etwa nat. Gr.
Abb. 7. Derselbe Stab nach dem Abdrehen (geätzt), etwa nat. Gr.
Abb. 8. Längsschnitt desselben Stabes (geätzt), etwa nat. Gr.

dann verständlich, wenn ihnen Störungen im gesetzmäßigen bau des Gitters zugrunde gelegt werden; dieser Standpunkt d von der Verlagerungshypothese[2]) seit langem nachdrück-vertreten.

Ist diese Voraussetzung richtig, so ergeben sich aus ihr wich-experimentelle Schlußfolgerungen, die aber auch für die orie von grundsätzlicher Bedeutung sein dürften. Wird lich das Raumgitter durch überelastische Beanspruchung seinem gesetzmäßigen Aufbau gestört, so muß die Störung h auf das Gefügebild von Einfluß sein. Diese Frage kann an Hand des Ätzgefüges von Einkristallen geprüft werden. Durch ignete Ätzmittel werden nämlich nicht nur die Bereiche der zelnen Kristallkörner bloßgelegt, sondern zugleich auch die erschiede in der Kornorientierung angezeigt. Diese kann ein-an der Form der sogenannten Ätzfiguren, oder aber an der lexionsintensität der einzelnen Kristallflächen erkannt werden. e durch ein Kristallkorn gelegte Schnittfläche hat eine be-mte Reflexionsintensität, die an allen Stellen einer und der-en Kristallfläche gleich ist. Da nun die Plastizität der Kri-le in den einzelnen Achsenrichtungen sehr verschieden ist, ist auch die Fließgeschwindigkeit der Teilchen je nach der stallrichtung wechselnd. Die verschiedene Fließgeschwindig-ist auf die äußere Gestalt des Kristalles nicht ohne Einfluß. er erleiden Einkristallproben im Gegensatz zu Vielkristall-ben beim Fließen die merkwürdigsten Gestaltsverzerrungen.

[1]) Fraenkel, Die Verfestigung der Metalle durch mechanische nspruchung, Berlin 1920, S. 6.
[2]) Czochralski, Zeitschr. f. Metallkunde 1916 S. 1 u.ff.

Besonders augenfällig sind diese Wirkungen beim Verdrehen, was Abb. 6 an einem Aluminium-Einkristallstab veranschaulicht. Der ursprünglich zylindrische Stab von kreisrundem Querschnitt hat beim Verdrehungsversuch seine Gestalt völlig verändert (unge-

Abb. 9 bis 11.
Abb. 9. Verdrehter Aluminium-Einkristall anderer Orientierung (Rundstab), etwa nat. Gr.
Abb. 10. Derselbe Stab nach dem Abdrehen (geätzt), etwa nat. Gr.
Abb. 11. Längsschnitt desselben Stabes (geätzt), etwa nat. Gr.

führe Form einer flämischen Säule). Außer der stark ausgeprägten schraubenförmig verlaufenden Rippe sind an der Probe noch mehrere parallel zu dieser verlaufende Furchen sichtbar. Die Furchen sind, wie durch Einritzen eines Netzes an der Oberfläche der Probe leicht festgestellt werden kann, durch starkes Einschnüren entstanden, entsprechend der Lage der Ebenen des geringsten Verschiebungswiderstandes. Art und Größe der Verformung lassen sich aus der Lage der Fließebenen *F*, wie das bei den Zerreißversuchen gezeigt worden ist, unschwer ableiten.

Dieses unterschiedliche Verhalten muß sich auch in den Schliffbildern ausdrücken, wenn das Fließen unter Störung des gesetzmäßigen Gitteraufbaues vor sich geht. Gemäß der verschiedenen Fließgeschwindigkeit muß also die Reflexionsintensität von Stelle zu Stelle wechseln, entsprechend der jeweiligen Ausgestaltung des Fließfeldes. Das soll an Einkristallproben des Aluminiums geprüft werden.

Abb. 7 zeigt einen Teil des bereits in Abb. 6 wiedergegebenen verdrehten Stabes nach dem Entfernen der Oberflächenschichten durch Abdrehen, Abb. 8 einen Teil desselben Stabes im Längsschnitt nach wiederholt abwechselndem Ätzen in verdünnter Flußsäure (10 bis 20 vH) und konzentrierter Salzsäure (1,12 $g cm^{-3}$ Dichte)[3]). Den Abbildungen gemäß ist die Reflexions-

Abb. 12 und 13.
Abb. 12. Verdrehter Aluminium-Einkristall, linke Hälfte nach dem Abdrehen (geätzt), etwa nat. Gr.
Abb. 13. Längsschnitt desselben Stabes (geätzt), etwa nat. Gr.

intensität der Proben äußerst verschieden und wechselt in mannigfaltiger Folge. Gleiches Verhalten zeigen auch die in Abb. 9 bis 11 und 12 und 13 wiedergegebenen Aluminium-Einkristallproben andrer Orientierung. Von ganz ausgezeichneter Schönheit sind insbesondere die Längsschnitte Abb. 11 und 13.

[3]) Mitteilungen aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Metallforschung (Statt Flußsäure kann auch Natronlauge von 10 bis 20 vH verwendet werden.)

Die Übergänge in der Reflexionsintensität sind bei allen Proben sprunghaft (diskontinuierlich). Das bestätigt, daß das Fließen in einzelnen Kristallrichtungen voreilt, in andern nachbleibt, zugleich aber auch, daß die Kristalle als Ganzes in ihrem gesetzmäßigen Aufbau tiefgreifende Störungen erlitten haben.

Ebenso kann das Auftreten inhomogener Reflexion bei allen andern Arten der überelastischen Beanspruchung nachgewiesen werden. Abb. 14 zeigt einen geätzten Aluminium-Einkristall, der zu einem geschlossenen Ring gebogen und darauf mit einer Schlifffläche versehen worden ist. Das Reflexionsbild ist vierstrahlig.

Das Reflexionsbild eines Aluminium-Einkristalls von kreisrundem Querschnitt, der zu einer Spirale aufgerollt und nach dem Anlegen der Schliffläche geätzt worden ist, veranschaulicht Abb. 15. Entsprechend der Orientierung des Kristalls erscheint das Reflexionsbild in Form eines dreistrahligen Sternes. Relativverschiebungen der Lichtquelle und des Kristalles ergeben wechselnde Reflexionsbilder; bei bestimmten Beobachtungswinkeln können, wie Abb. 16 veranschaulicht, Reflexionsbilder in der Form von Spiralen beobachtet werden.

Abb. 14. Ringförmig gebogener Aluminium-Einkristall, Schnitt parallel zur Längsachse des Stabes (geätzt), etwa nat. Gr.

Abb. 15. Spiralartig gebogener Aluminium-Einkristall, Schnitt parallel zur Längsachse des Stabes (geätzt), etwa nat. Gr.

Abb. 16. Desgleichen bei verändertem Einfallwinkel der Lichtquelle (geätzt), etwa nat. Gr.

Je vielfältiger die Ausgestaltung des Fließfeldes ist, um so lebhaftere Reflexionswirkungen können erreicht werden, wie Abb. 17 an einer verdrehten und darauf zu einer Spirale aufgerollten Aluminium-Einkristallprobe wirksam zum Ausdruck bringt. Daß alle diese Erscheinungen bei sehr weit gehenden Beanspruchungen allmählich zurücktreten und nach und nach ganz verwischt werden, braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden.

Versuche, die Störungen in der gesetzmäßigen Reflexion in andrer Weise, z. B. durch die Annahme von Kristallzertrümmerungen, deuten zu wollen, sind ergebnislos, auch dann, wenn angenommen wird, daß sich die Kristalltrümmer unter der Einwirkung des Fließvorganges in irgend einer Weise gesetzmäß anordnen. Verdrehungsversuche an Vielkristallproben zeig nämlich die beschriebenen Reflexionswirkungen nicht oder al in um so geringerm Maße, je feiner das Korn des Versuch materials ist. Kristallzertrümmerungen müßten sich aber au dessenungeachtet im Schliffbild in irgend einer Weise objek nachweisen lassen, insbesondere zu Beginn der Formveränderu wo grobe Bruchstücke der Kristalle noch vorliegen müßten.

Abb. 17. Verdrehter und darauf spiralartig gebogener Aluminium-Einkristall (geätzt), etwa nat. Gr.

Ebenso widersprechen die Verformungserscheinungen u die beobachtete Diskontinuität der Reflexionsbilder der Annah einer Kristallzertrümmerung. Im Gegensatz zu Vielkristallpr ben, bei denen eine bestimmte Proportionalität im Hinblick a die Gestalt der Proben vor und nach der Formveränderung b stehen bleibt, können bei Einkristallen neben der Diskontinuit in der Reflexion je nach ihrer Orientierung erhebliche Unte schiede in der Ausbildung der Gestalt auftreten. Aber nirgen äußert sich der unverlierbare Richtungssinn der Kristalle deutlich wie in diesem Verhalten. Der beanspruchte Kristall i und bleibt eine homogene Einheit, und zwar auch dann, wenn seine Kristallnatur bereits fast ganz eingebüßt hat.

So verschieden die beobachteten Reflexionswirkungen vo überelastisch beanspruchten Kristallen sind, so ist ihre Mannig faltigkeit einzig und allein in der Ausgestaltung des Fließfelde und den damit verbundenen Störungen im gesetzmäßigen Aufba begründet. Man kann sich wohl nicht der Tatsache verschließe daß diese Erscheinungen mit Störungen im Raumgitteraufbau i Zusammenhang stehen und daß in ihnen ein Ausdrucksmittel fü diese Störungen zu erblicken ist.

Die Beziehungen, die sich zwischen den Eigenschaften un der Geometrie des Raumgitteraufbaues ergeben, scheinen geeigne in besondrer Weise die Vorgänge der Umgestaltung des Raum gitters zu erhellen. Sie sprechen vielleicht dafür, daß die Atom nach und nach in der Weise verlagert werden, daß die Ab stände der Gitterpunkte in den verschiedenen Netzebenen durc den Umbildungsvorgang zunächst einmal mehr oder weniger star ausgeglichen werden. Dadurch wird die ursprüngliche Symmetri der Netzebenen und damit des Raumgitters zerstört. Das Wese der Verfestigung würde also gewissermaßen im Ausgleich de Atomabstände zu erblicken sein, vielleicht in loser Anlehnun an die Geometrie der dichtesten Kugelpackung. Dieser Vorstel lung scheinen auch Ergebnisse der Röntgenforschung keinesweg zu widersprechen[1]).

Überblickt man die gesamten vorliegenden Versuchsergeb nisse, so gewinnt man den Eindruck, daß sich der Kreis der Vor stellungen über das Fließen von Metallkristallen immer meh schließt. So sicher, wie die Kristallographie aus der Lage de Ätzbilder die ersten Schlußfolgerungen für den gesetzmäßige Aufbau der Kristalle gezogen hat, so sicher kann aus der inho mogenen Reflexion auf eine tiefgreifende Verlagerung des Raum gitters geschlossen werden.

Eine Quelle, die über den Rahmen der Verlagerungshypo these hinaus auf die Erklärung der Fließ- und Verfesti gungsvorgänge in gleichem Sinne Bezug nimmt, ist bis jetz kaum bekannt geworden. Aber auch die Bestimmung des Be griffes „Verfestigung" läßt sich quellenmäßig wohl nicht bele

[1]) Czochralski, Zeitschr. f. Metallkunde 1923 S. 131.

g. Wahrscheinlich hat sich der Begriff nach und nach von [partial]st entwickelt. Soweit man nun unter „Verfestigung" in der [partial]gebrachten Form eine Erhöhung der Kohäsion versteht, dürfte [partial] Berechtigung für eine solche Auffassung aber mehr als [partial]ifelhaft sein. Nach den bisherigen Feststellungen an Viel[partial]stallproben ist es nämlich nie gelungen, bei geringern effek[partial]n Spannungen als 48 bis 55 kg/mm² die Kohäsion des [partial]pfers aufzuheben. Diese Feststellung dürfte also eher dazu [partial]echtigt haben, den Begriff der Verfestigung überhaupt ab[partial]ehnen. Auf Grund der mitgeteilten Versuchsergebnisse ge[partial]g zum erstenmal die Feststellung, daß auch Einkristalle, ähn[partial] wie Vielkristallaggregate, im Sinn einer Kohäsionserhöhung [partial]festigt werden können, eine Anschauung, die der Verlage[partial]ngshypothese seit langem als Grundlage dient. Dadurch wird [partial]e grundsätzliche Stellungnahme zu der Frage der Verfesti[partial]g erst ermöglicht.

Zustandschema.

Versucht man nun die gesamten Fließ- und Verfestigungs[partial]gänge in ihren Zusammenhängen zeichnerisch darzustellen, [partial] gelangt man zu dem in Abb. 18 wiedergegebenen Schaubild, [partial]n die bei Kupfer erhaltenen Versuchsergebnisse zugrunde [partial]gen.

In ihrem grundsätzlichen Verlauf ist die Abhängigkeit der [partial]tigkeits- und Dehnungseigenschaften des natürlich kristalli[partial]rten Metalls (ungereckten Gußmetalls) von der mittlern Korn[partial]öße ($\varphi\, m$) in der Schaulinie *c-z* wiedergegeben: also Festig[partial]tsanstieg bei Erniedrigung der Dehnung.

Die Schaulinie ist nur unter der Voraussetzung eines gleich[partial]migen mechanischen Verhaltens des Materials streng gültig. [partial]kanntlich macht sich aber auch die Körnigkeit, also das Ver[partial]tnis der mittlern Korngröße zum Volumen $\left(\frac{\varphi\, m}{v}\right)$, auf das me[partial]nisch gleichförmige Verhalten eines Stoffes bemerkbar. Am [partial]ßten sind diese Einflüsse innerhalb eines Kristallkornes selbst. [partial]n Grenzfall, daß der Körper nur aus einem einzigen Kristall [partial]tche ($\varphi\, m = v$), bezeichnet die Kurve *a-b*. In diesem Fall werden [partial] Festigkeit und die Dehnung, je nachdem, ob die Beanspru[partial]ung in den Achsenrichtungen größter bzw. geringster Festigkeit [partial]d Dehnung stattfindet, alle möglichen zugeordneten Werte, die [partial] Kurve *a-b* einschließt, aufweisen können. Mit wachsender [partial]rnzahl wird der Abstand der Punkte *a* und *b*, die die Grenz[partial]rte darstellen, immer kleiner, bis er endlich ganz zu[partial]mmenschrumpft; dieser Punkt, der in dem Schaubild mit [partial] bezeichnet ist, wird bei den meisten Metallen erreicht, [partial]nn die Korngröße $\varphi\, m$, geometrische Gleichachsigkeit des Ar[partial]tsgutes vorausgesetzt, auf 1/1000 des gesamten Volumens sinkt. [partial] Zahl entspricht einem groben Erfahrungswert. Verbindet [partial]n die Höchst- und Niedrigstpunkte *a* und *b* der Festigkeit und [partial]hnung für $\varphi\, m = v$, so erhält man unter Einschluß des Punk[partial] *c* eine Dreiecksfläche *a-b-c*, die das Gebiet mangelnder Quasi-[partial]tropie begrenzt.

Der Einfluß der Kaltbearbeitung macht sich dagegen in dem [partial]aubild in der Weise bemerkbar, wie es die Transversalkur[partial] *d* ausdrücken. Sie deuten den Anstieg der Höchstlastgrenze [partial] der abhängig von der Lage des Ausgangspunktes in nicht [partial]her bekannter Weise zum Punkte *z* hin verläuft. Anlassen übt [partial] die Eigenschaften entgegengesetzte Wirkungen aus, indem die [partial]chstlastgrenze etwa nach Maßgabe der Transversalkurven [partial]kwärtig erniedrigt wird.

Die stark ausgezogenen Kurven geben die Verhältnisse für [partial]kristalle und für solche Vielkristallproben wieder, bei denen [partial]h der Einfluß der Kristallnatur noch deutlich bemerkbar [partial]cht (Gebiete mangelnder Quasi-Isotropie), die dünn ausgezoge[partial]n Kurven für Vielkristallproben, in denen die Einflüsse der [partial]istallnatur praktisch unwirksam sind. Das Schaubild gibt [partial]o die Beziehungen der Festigkeit und Dehnung zu den ver[partial]hiedenen Zuständen und dem Grad der Körnigkeit in möglichst [partial]fassender Weise wieder.

Kräftemechanik der Verfestigungsvorgänge.

[partial] Fließkurven von Vielkristallproben.

Wenn auch ein Versuch, die kräftemechanischen Zusam[partial]nhänge in ihrer Gesamtheit zu behandeln, durchaus verfrüht [partial]n dürfte, so ergeben sich auf Grund der vorliegenden Ver[partial]chsergebnisse gewisse Fragestellungen, deren Beantwortung [partial]ktisch und theoretisch bemerkenswert sein dürfte. Insbeson[partial]re berechtigen umfangreiche Forschungsarbeiten, die von ganz [partial]dern Gesichtspunkten aus die Lösung der Verfestigungsfrage [partial]streben, diese Dinge, wenn auch ganz kurz, zu berühren.

Läßt man nun die vermeintlichen „kristallographischen [partial]eitflächen (Hemmungsebenen *H*) auf Grund ihrer eindeutig er[partial]esenen Unwirksamkeit bei den Fließ- und Verfestigungsvor[partial]ngen außer Betracht, so führen unsere Folgerungen auf einen [partial]eg, den unsere namhaftesten Technologen Retjö, Martens, [partial]eyn, vor allem aber Ludwik[1]), durch ihre Forschungen gewiesen haben, nämlich den, die gesamten Fließ- und Verfestigungsvorgänge von Vielkristallproben zu der innern Reibung in Beziehung zu bringen. Doch erst Ludwik war es durch seine klassischen Untersuchungen geglückt, die Vorgänge der innern Reibung in der Weise zu deuten, daß ihm die Aufstellung einer hypothetischen Fließkurve gelang.

Im Hinblick auf die Beschaffenheit der Proben werden von Ludwik folgende Anforderungen gestellt: Der Körper bestehe aus elastischen Elementen (Molekülgruppen, Massenteilchen), die sich berühren und (unter gewissen Bedingungen) gegeneinander bleibend verschieben lassen. Im Verhältnis zu den zu betrachtenden Formveränderungen sei die Größe dieser Körperteilchen verschwindend klein und der ganze Körper homogen und isotrop.

Weiter werden von Ludwik folgende einfache Begriffsentwicklungen gegeben: Die spezifische Normalkraft (Zugspannung), die erforderlich ist, eine Berührung benachbarter Körperelemente aufzuheben, sei mit „Kohäsion", die spezifische Tangentialkraft (Schubspannung), die nötig ist, eine bleibende relative Verschiebung der Teilchen einzuleiten, mit „innere Reibung" angesprochen. Die Größe der innern Reibung sei insbesondere abhängig von der ursprünglichen Materialbeschaffenheit, der Art und Größe der vorangegangenen spezifischen Schiebung (also vom Fließvorgange), der Größe der Normalspannung (Zug- oder Druckspannung) senkrecht zur Schubrichtung und von der Größe der Schubgeschwindigkeit. Dem schließen sich folgende Ableitungen und Ansätze an:

Abb. 18. Zustandschema für Kupfer.

Jede bleibende Formänderung beruht auf dauernder relativer Verschiebung der Massenteilchen. Der Schubbewegung wirkt die innere Reibung entgegen. Diese Reibung wird mit R und die bei der Beanspruchung auftretenden Schubspannungen mit τ bezeichnet. Die ersten bleibenden Formveränderungen treten auf, sobald $\tau = R$ ist. Wird der Zerreißversuch an einem Stab verfolgt, der mit einem Netz von Linien versehen ist, die gemäß Abb. 19 im Winkel von 45° zur Zugrichtung verlaufen, so können häufig regelmäßige Streifen und Linien („Fließfiguren") an der Oberfläche der Proben beobachtet werden, die meist parallel zu den Netzlinien verlaufen. Sie entsprechen den Schnittlinien der Oberfläche mit den Fließebenen (bei Ludwik mit Gleitebenen *G* bezeichnet), in denen die ersten bleibenden Formveränderungen auftreten.

Beim Zugversuch wird dieses Netz mit zunehmender Verlängerung (z. B. von l_0 auf l) in das in Abb. 20 dargestellte übergehen, indem mit wachsender Dehnung die Neigung der Netzlinien zu den Ebenen, in denen die ersten bleibenden Formveränderungen auftreten, immer größer wird. Der Winkel, den beide einschließen, wird mit β bezeichnet. Bei Stoffen, bei denen die innere Reibung unabhängig von der Belastung ist (Harze,

Zahlentafel 3.

Bezeichnung	Orientierung des Kristallstreifens zur Zugrichtung		Winkel der Fließebenen F zur Zugrichtung	angewendeter Winkel
	ϑ^0	φ^0		
a	15	3	0⁰, 15⁰ u. 75⁰	15⁰
b	25	20	8⁰, 23⁰ u. 65⁰	65⁰
c	40	0	0⁰, 40⁰ u. 50⁰	40⁰
d	Vielkristallprobe (Weichaluminium)		—	45⁰

[1]) A. Retjö, Die innere Reibung der festen Körper, Leipzig 1897; [partial]tur Felix, Baumaterialienkunde 1900 S. 305 u. f.; A. Martens, Mit[partial]lungen a. d. Kgl. Technischen Versuchsanstalten zu Berlin 1884 S. 93; [partial] Heyn, Metall und Erz 1918 S. 411 und 436; Ludwik, insbesondere: [partial]mente der technologischen Mechanik.

Gläser) schließen diese Ebenen, in denen die ersten Formveränderungen auftreten, einen Winkel von genau 45° zur Kraftrichtung ein. Das ergibt sich aus dem bekannten Schubgesetz:

$$\tau = \tfrac{1}{2}\frac{P}{f_0}\sin 2\omega \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1),$$

worin $\frac{P}{f_0}$ die Belastung der Querschnittseinheit bedeutet. Der Neigungswinkel der Schubflächen gegen die Zugrichtung wird als Wirkungswinkel ω bezeichnet. Für $\omega = 45°$ ergibt sich bei einem Minimum von P ein Maximum von τ.

Unterschiede der Lage dieser Ebenen werden sich noch dadurch ergeben, daß die aufeinandergleitenden Ebenen durch die am Probestück angreifenden Kräfte entweder aufeinandergepreßt

Abb. 19 und 20

Abb. 21.

oder voneinandergezerrt werden (Abhängigkeit vom Normaldruck $-\sigma$ oder Normalzug $+\sigma$), so daß der Winkel, den die Ebenen, in denen die ersten Formveränderungen auftreten, mit der Kraftrichtung einschließen, bei Zug größer als 45° und bei Druck kleiner als 45° ist. Die Abweichungen von 45° sind aber in der Regel sehr geringfügig.

Die relative Bewegung der Massenteilchen längs der Fließebenen F wird durch die „spezifische Schiebung" gekennzeichnet, sie wird durch γ ausgedrückt; ihr Einfluß überragt denjenigen aller übrigen Faktoren (β, σ). Die spezifische Schiebung γ läßt sich aus der Längenänderung der Probe beim Zerreißversuch, die mit λ bezeichnet wird[1]), wie folgt berechnen. Die Beziehung zwischen der Schiebung γ und der Dehnung λ ist:

$$\gamma = \frac{4{,}6\log(1+\lambda)}{\sin 2\omega} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2),$$

oder falls $\omega \sim 45°$ ist:

$$\gamma \sim 4{,}6\log(1+\lambda) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)^{2)}.$$

Durch diese Beziehung zwischen γ und λ ist dann auch die Beziehung zwischen γ und der auf den Ursprungsquerschnitt $\frac{P}{f_0}$ oder auf den jeweiligen Querschnitt bezogenen Zugspannung $\frac{P}{f}$,

---

[1]) $\lambda = \frac{l-l_0}{l_0}$, wobei l_0 die ursprüngliche, l die jeweilige Meßlänge bedeutet.

[2]) F in Abb. 21 seien je zwei im Abstande b voneinander befindliche Fließebenenpaare, die mit der Zugrichtung P den Wirkungswinkel ω bilden. Unter dem Einfluß der paarweise auftretenden Schubspannungen τ werden bei der Verlängerung der Strecke s um ds die Fließebenen F um dv gegeneinander verschoben. Es entspricht also der effektiven (d. h. auf die jeweilige Länge bezogenen) spezifischen Dehnung $d\alpha = \frac{ds}{s}$ die spezifische Schiebung

$$d\gamma = \frac{dv}{b}.$$

Hieraus ergibt sich:

$$dv = \frac{ds}{\cos\omega} \text{ und } b = s\sin\omega,$$

folglich:

$$d\gamma = \frac{ds}{s\sin\omega\cos\omega} = \frac{d\alpha}{\sin\omega\cos\omega} = \frac{2\,d\alpha}{\sin 2w}.$$

Unter der Annahme, daß ω konstant ist, gilt:

$$\gamma = \frac{2\alpha}{\sin 2\omega} \text{ oder für } \omega = 45°\text{: } \gamma = 2\alpha.$$

Die spezifische Dehnung α, die stets auf die jeweilige Länge l zu beziehen ist, ergibt sich aus l_0 und l gemäß

$$\alpha = \int_{l_0}^{l}\frac{dl}{l} = \log\text{nat}\,\frac{l}{l_0} = 2{,}3\log\frac{l}{l_0} = 2{,}3\log(1+\lambda),$$

folglich (ω = konstant):

$$\gamma = \frac{4{,}6\log(1+\lambda)}{\sin 2\omega},$$

oder, falls $w \sim 45°$:

$$\gamma \sim 4{,}6\log(1+\lambda).$$

wenn f_0 der Querschnitt der Anfangsbelastung, f der jeweiligen Belastung P entsprechende Stabquerschnitt ist, in einfacher Weise bestimmt, falls das Zugdiagramm des betreffenden Materials gegeben ist (Ludwik, a. a. O. S. 18).

Trägt man die spezifische Schiebung γ und die Werte der innern Reibung R in einem Schaubild auf, so erhält man eine Kurve, welche die Beziehungen zwischen diesen beiden Faktoren zum Ausdruck bringt und als „Fließkurve" bezeichnet wird. Diese Kurve bringt die innere Reibung und ihre Änderung durch den Fließvorgang eindeutig zum Ausdruck. Ein Beispiel möge die Ableitung der Fließkurve aus dem Zugdiagramm näher erläutern.

In Abb. 22 ist ein Zugdiagramm für Weichkupfer wiedergegeben. Hat ein Punkt, z. B. M des üblichen Zugdiagramms die Koordinaten $\frac{P}{f_0} = 2160$ kg/cm² und $\lambda = 0{,}25$ (= 25 vH Dehnung), so ergeben sich für den entsprechenden Punkt M_1 der Fließkurve die folgenden Werte, wobei ω konstant und = 45° angenommen wird:

$$R = \tfrac{1}{2}\frac{P}{f} = \tfrac{1}{2}\cdot 2700 = 1350 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\gamma = 4{,}6\log(1+0{,}25) = 0{,}446$$

(entsprechend einer spezifischen Schiebung von 44,6 vH).

Auf gleicher Grundlage ist es auch möglich, aus den Druck- und Verdrehungs-Schaubildern die Fließkurve abzuleiten; umgekehrt können auch die Zug-, Druck- und Verdrehungs-Schaubilder ohne weiteres aus der Fließkurve abgeleitet und auch ineinander übergeführt werden. Beim Druckversuch ist die Längenänderung λ negativ. Beim Verdrehungsversuch fällt die Längenänderung außer Betracht. Die Fließkurve läßt sich mit noch einfacher bestimmen, da das Verdrehungs-Schaubild denselben Charakter wie die Fließkurve hat. Selbst bei wechselndem oder entgegengesetzt gerichtetem Kraftangriff (Zug-Drehung, Hin- und Herdrehung) werden wie auch bei aussetzender (intermittierender) Beanspruchung grundsätzlich die gleichen Ergebnisse erhalten[3]). Die aus Zug-, Druck- und Verdrehungsschaubildern abgeleiteten Fließkurven weichen alle nur wenig voneinander ab. Das beweist, daß die Formänderungs-Schaubilder bei einfachen Beanspruchungsarten in gesetzmäßiger gegenseitiger Beziehung stehen und daß die Fließkurve, was am meisten zu ihren Gunsten spricht, nur wenig von der Art der Beanspruchung beeinflußt wird. Aber gerade in der Erkenntnis dieser Zusammenhänge schuf Ludwik die breite Grundlage seiner auf den wichtigsten Beobachtungstatsachen aufgebauten Theorien, im Gegensatz zu vielen anderen Theorien, deren Ausbau auf unwirksamen oder untergeordneten Nebenerscheinungen begründet wurde. Die „hypothetische" Kurve bringt das Verhalten des Materials bei verschiedenen Beanspruchungsarten einheitlich zum Ausdruck, ihr kommt also die Bedeutung einer sehr wertvollen technologischen Materialcharakteristik zu, der das elementare Schubgesetz zugrunde liegt.

Abb. 22. Beziehungen zwischen der Fließkurve und dem Zugdiagramm von Weichkupfer (nach Ludwik).

Fließkurven von Einkristallen.

Den Fließkurven von Vielkristallproben liegen ganz bestimmte Annahmen über die Materialbeschaffenheit zugrunde; sie betreffen in erster Linie das gleichförmige Verhalten. Ludwik hat also die Gültigkeitsbereiche seiner Theorie von vornherein richtig erkannt, wenn er im Hinblick auf gleichförmiges Verhalten (Quasi-Isotropie) des Prüfungsmaterials ganz bestimmte Forderungen stellt. Nur wenn diese Bedingungen erfüllt sind, kann die Größe des Wirkungswinkels ω mit 45° oder $\sim$ 45° in die Gleichung eingesetzt werden. Anders, wenn diesen Bedingungen nicht Genüge getan ist und grobkörnige Materialien von mangelnder Quasi-Isotropie und mangelnder Homogenität und im äußersten Grenzfall Einkristalle der Prüfung unterzogen werden. Alsdann muß der Wirkungswinkel ω, der jeweils in Rechnung zu setzen ist, besonders ermittelt werden. Dies kann insofern in einfacher Weise geschehen, als bei Einkristallen durch die Lage der Fließebenen F gleichzeitig der Wirkungswinkel ω (allerdings nur in sehr grober Annäherung) gekennzeichnet ist, und zwar ist jeweils dasjenige Fließebenensystem F in Anrechnung zu

---

[3]) Dagegen ist die Formänderungs-Geschwindigkeit von bedeutendem Einfluß auf die Größe der innern Reibung, mit zunehmender Formänderungs-Geschwindigkeit klingt ihr Einfluß aber schnell ab. Vergleiche insbesondere Ludwik und Scheu, Z. 1923 Bd. 67 S. 122.

zen, welches einem Winkel von 45° zur Richtung des Kraftgriffes am nächsten kommt. Wird die Rechnung diesem Anz entsprechend durchgeführt, so ergeben sich für Einkristallpben Fließkurven, die in ihrem Verlauf je nach der Lage der leßebenen F voneinander abweichen können.

In Abb. 23 geben die Linien a, b und c die einfachen (nicht ektiven) Zerreißkurven verschieden orientierter Aluminiumikristalle und die stark ausgezogene Linie d diejenige einer rkristallprobe wieder. Die Fließkurven können aus diesen ienzügen nun so abgeleitet werden, wie bereits an der Hand Ergebnisse Ludwiks gezeigt worden ist, nur muß statt

$$R = {}^1/_2 \frac{P}{f} \sin 2\,\omega$$

setzt werden:

$$R = \frac{P}{f}\,(1 - {}^1/_2 \sin 2\,\omega).$$

Das ergibt sich aus folgender Überlegung: Das Fließen tritt leichtesten ein, wenn die Fließebenen F um 45° geneigt zur chtung des Kraftangriffes verlaufen; für $\omega = 45°$ ergibt sich einem Minimum von P ein Maximum von τ. Je mehr die ge der Gleitebenen vom Winkel von 45° abweicht, um so here Werte wird also auch die innere Reibung R erreichen. r Wert der innern Reibung ergibt sich dann, indem man zu n Wert der innern Reibung bei 45° noch den sich aus der weiligen Lage der Gleitebenen F ergebenden Differenzbetrag τ hinzuzählt. Die in Abb. 24 wiedergegebenen Fließkurven a, und c mögen hierfür als Beispiele dienen; die der Vielkristallbe zugehörige Kurve d ist wiederum stark ausgezogen worden.

Aus den Kurvenzügen lassen sich sehr bemerkenswerte lüsse ziehen: Die Kurven verlaufen um so steiler, je niedriger, d um so flacher, je höher die Dehnungswerte der Proben gen; je mehr die Fließebenen F der Proben sich dem Winkel 45° zur Zugrichtung nähern, um so geringere Werte für innere Reibung R und für die spezifische Schiebung γ wern erhalten, je mehr die Lage der Fließebenen F von diesem nkel abweicht, um so höher liegen die Werte für R und τ. Die Vielkristallprobe zugehörige Kurve nimmt eine mittlere Lage . Hieraus folgt, daß die innere Reibung bei Einkristallproben e Höchst- und Mindestwerte erreichen kann, dagegen bei Vielstallproben dem arithmetischen Mittel dieser Zahlen entspricht. eses Ergebnis ist durchaus verständlich; einer gleichmäßigen ientierung innerhalb kleiner Bereiche steht eine ausgezeichnete

Abb. 23. Zerreißkurven verschieden orientierter Aluminium-Einkristallstäbe.

uppierung, die sich auf den gesamten Querschnitt erstreckt, genüber. Solche Systeme werden einerseits durch Mittelwerte, derseits durch Grenzwerte der innern Reibung R ausgezeichnet n müssen.

Würden nun die im Hinblick auf die Lage der Gleitebenen F machten Annahmen völlig zutreffen, so wären damit die Fließrgänge in Kristallen hinreichend erklärt. Es wurde aber reits anfangs erwähnt, daß eine geschlossene Darstellung der ießvorgänge auf dieser Grundlage überhaupt nicht möglich sei. e genaue Analyse des Dehnungskörpers führt zur Annahme mer weiterer Fließebenensysteme, und schließlich widerspricht s dieser Systeme dem andern. Aus Gründen der Einfachit ist trotzdem diese Darstellungsweise beibehalten worden; Fehler der Ableitung wurden dadurch verringert, daß nur nstig orientierte Kristallproben für die Auswertung in Betracht zogen wurden. Für eine einwandfreie Ableitung muß ein drer Weg eingeschlagen werden. Dieser ergibt sich aus den rliegenden Versuchsergebnissen auf ziemlich einfache Weise.

Die Annahme ausgezeichneter Fließebenensysteme schließt h aus der Geometrie des Dehnungskörpers von selbst aus. an gelangt im Gegenteil zu einer unbegrenzten Mannigfaltigit von Fließebenen, die jede Lage zu den kristallographisch tionellen Ebenen (Würfel-, Dodekaeder-, Oktaederflächen, waige Hemmungsebenen H usw.) einnehmen können, wenn sie ch in gewissen Kristallbereichen bevorzugt auftreten können. e Ebenen F verändern nach Maßgabe der Orientierung fortgesetzt ihren Winkel zur Richtung des Kraftangriffes. Sie nehmen also scheinbar alle möglichen Lagen ein, daher hat sie der eine Forscher in diese, der andere in jene rationelle Kristallebene versetzt[1]). Die Vorstellung der veränderlichen Fließebenen F legt aber sofort nahe, daß bei den Fließvorgängen in Kristallen nicht so sehr die rationellen kristallgeometrischen, als die kräftegeometrischen Beziehungen (Beziehungen im Aufbau des Gitters zu den Gitterkräften) eine entscheidende Rolle spielen. Mit andern Worten ist das Verhalten eines Massenpunktes (Atoms) von der Lage der Nachbarpunkte abhängig. Auf Grund dieser Betrachtung lassen sich für die kristallographischen Hauptrichtungen sehr einfache „Schubelemente" angeben, und zwar: das reguläre Oktaeder für die Würfelnormale; eine zusammengedrückte

Abb. 24. Fließkurven verschieden orientierter Aluminium-Einkristallstäbe.

vierseitige Bipyramide für die Dodekaedernormale und schließlich ein reguläres Tetraeder in der Richtung der Oktaedernormale. Obwohl sich jedes dieser Schubelemente aus dem andern aufbaut, sind sie doch mechanisch ungleichwertig. Die Atombindungen verlaufen beim ersten alle in einen Winkel von 45°, beim zweiten von 45° und 60° und beim Tetraeder in einen solchen von 30°. Bei Schubbeanspruchungen ist dieser Neigungswinkel von einem Massenteilchen zum andern allein ausschlaggebend für das Verhalten; die günstigste Schubrichtung ist zugleich immer auch die Richtung geringer Atomdichte. Darin liegen ganz neuartige Ausblicke.

Die Schubvorgänge müßten also im einfachsten Fall in Beziehung zu diesen Winkeln stehen. Da aber in einem System von Massenteilchen die Gesamtheit der Einzelelemente über das Verhalten bestimmt, kommt dieser einfache Ansatz praktisch nicht in Betracht. Vielmehr entscheidet über das Verhalten eines solchen Systems die resultierende Kräftekomponente. Diese kann wohl auch mathematisch abgeleitet werden, ergibt sich aber unmittelbar aus der Gestalt des Dehnungskörpers.

Versieht man ein Symmetrieelement dieses Körpers mit Linienzügen gleichen Abstandes vom Mittelpunkt des Körpers, so erhält man Niveaulinien gleicher Dehnung. Die Dehnung steht im umgekehrten Verhältnis zur innern Reibung R; diese wird in erster Linie durch die Lage der Fließebenen F bestimmt. Die jeweilige Lage der Fließebenen F und die innere Reibung R stehen in gleichem Verhältnis zueinander. Um die Lage der Gleitebenen F zu erfahren, muß man die der Orientierung zugeordnete Dehnung in den entsprechenden Betrag der innern Reibung umwandeln, um aus dieser Zahl die Lage der Fließebenen F ableiten zu können. Eine Anzahl von Beispielen ist in dieser Weise durchgerechnet worden; die so erhaltenen Kurvenzüge ergeben das erste geordnete Bild der Fließvorgänge in Kristallen. Die grundsätzlichen Ergebnisse sind nicht nur für das Verhalten des Kupfers kennzeichnend, sondern umfassen alle andern Metalle gleichen Elementarwürfel-Aufbaues wie Aluminium, Gold, Silber, Blei, Eisen u. a.

[1]) Mark, Polanyi und Schmid, Zeitschr. f. Physik 1922 Bd. XII S. 58 u. f.; Mark und Weißenberg, ebenda 1923 Bd. XIV S. 328; Taylor, Engineering 1923 S. 403; siehe auch: Ettisch, Polanyi und Weißenberg, Zeitschr. f. Physik 1921 Bd. VII S. 181; K. Weißenberg, Elektrotechnische Zeitschrift 1921 S. 1295; Ono, Mem. of the College of Eng. Kyushu Imp. Univ. Fukuoka, Japan, 1922 Bd. II Nr. 5; Körber, Zeitschr. f. angew. Chemie 1923 S. 278.

Das Fließen von Ein- und Vielkristallproben vollzieht sich grundsätzlich in der gleichen Weise. Bei Ludwik findet sich zwar ein Fall, bei dem der Wirkungswinkel ω stark von 45° abweicht, nicht verwirklicht, was aber darin begründet ist, daß bisher kein Weg angegeben werden konnte, um die Lage der Gleitebenen F jeweils zu bestimmen. Daher galt auch der Wirkungswinkel ω als eine recht hypothetische Größe, deren berechtigte Einführung vielen noch nicht recht erwiesen schien. Nichtsdestoweniger ist er von Ludwik zum Ausgangspunkt seines Ansatzes gewählt worden; dieser Ideengang war so folgerichtig wie umfassend. Demnach haben die von Ludwik gegebenen Beispiele als Sonderfälle des von ihm aufgestellten Schubgesetzes, das die Kräftemechanik aller Fließvorgänge fester Körper umfaßt, zu gelten. Eine geschlossene Darstellung der Verhältnisse dürfte nur bei weiterer Sicherung der Untersuchungsergebnisse von Wert sein, eine Aufgabe, die im Rahmen technischer Forschung nur langsam der Lösung zugeführt werden kann. Aus alledem geht aber schon jetzt die umfassende Bedeutung des Schubgesetzes auch bei den Fließvorgängen in Kristallen deutlich hervor.

Ausblick.

Ein Überblick der hier dargelegten Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften und der Bildsamkeit plastischer Metalle läßt die Unzulänglichkeit gegenwärtiger Anschauungen über die Fließ- und Verfestigungsvorgänge auf das deutlichste erkennen. Anderseits erlangt man die Gewißheit, daß diese „beiläufigen technischen Fragen" in viel tieferen physikalischen Fragen wurzeln, als angenommen zu werden pflegt. Das beweisen insbesondere die gesetzmäßigen Zusammenhänge, wie sie sich in den Oberflächen der Körper darbieten, welche die Eigenschaften in Abhängigkeit der Kristallrichtungen veranschaulichen. Diese Ergebnisse scheinen zugleich auch geeignet, die gesamte Fragestellung dem Gedankenkreis exakter Wissenschaft näherzubringen.

Alle Versuche, die Fließ- und Verfestigungsvorgänge rein kristallographisch zu deuten, stehen mit zahlreichen experimentellen Feststellungen im Widerspruch. Aber auch bei Mineralkristallen scheinen sich ähnliche Widersprüche zu ergeben. Wie gelegentlich gezeigt werden soll, sind auch die vermeintlichen Gleitebnen des Kalkspates nicht „Fließebenen", sondern eher „Hemmungsebenen". Schon Vogt beanstandet ihre hergebrachte Ableitung[1]). Die Unhaltbarkeit der kristallographischen Theorien tritt immer schärfer hervor. Zahlreiche andere Beobachtungen beweisen immer eindeutiger, daß die Ursache des merkwürdigen Verhaltens von Metallkristallen bei ihrer Umbildung ganz außerhalb von kristallographischen Erscheinungen zu suchen sein dürfte. Die Vorgänge scheinen wohl nur dann einigermaßen verständlich, wenn ihnen, wie es die Verlagerungshypothese voraussetzt, Störungen im gesetzmäßigen Aufbau des Gitters zugrunde gelegt werden. Dafür liefern die Formänderungsfiguren, wie sie im Innern von Einkristallen leicht beobachtet werden können, unleugbare Beweise. So verschieden auch die beobachteten Reflexionserscheinungen sind, so ist ihre Mannigfaltigkeit einzig und allein in der Ausgestaltung des Fließfeldes und der damit verbundenen Störung im gesetzmäßigen Aufbau des Gitters begründet. Mit gleichem Recht, wie aus der Lage der Ätzfiguren Schlußfolgerungen in Bezug auf den gesetzmäßigen Aufbau der Kristalle gezogen werden, so ist auch mit gleichem Recht die „inhomogene Reflexion" als ein Ausdrucksmittel für Störungen im gesetzmäßigen Gitteraufbau eben dieser Kristalle anzusprechen.

Demnach findet das Fließen in Kristallen vorzugsweise in kristallographisch unrationellen Ebenen statt. Die Teilchen verschieben sich auf Grund dieser Vorstellung ebenfalls in Ebenen, die aber nur als fiktive Vorstellungsbilder Bestand haben. Ein solches Fließen wird auf Grund des elementaren Schubgesetzes auch der mathematischen Behandlung zugänglich. Bei den Fließvorgängen in Kristallen kommt es offenbar nicht so sehr auf die rationellen kristallgeometrischen Beziehungen an, wie auf die Beziehungen im Aufbau des Gitters zu den Gitterkräften. Durch diese wird die Größe der innern Reibung bestimmt. Die Ebenen leichtesten Fließens sind zugleich auch Ebenen schwacher Besetzung des Gitters. Ähnlich machen sich diese Beziehungen auch in der äußern Ausgestaltung der Proben beim Fließen bemerkbar; die „Verformung" der Proben ist in hohem Maße von der Verteilung der Gitterkräfte abhängig, die in ihrer Gesamtwirkung in dem Verlauf der Fließkurven zum Ausdruck kommen. Diese Ergebnisse sprechen zugunsten der von Ludwik abgeleiteten Ebene des leichtesten Fließens und somit zugunsten der von ihm begründeten technologischen Mechanik der innern Fließvorgänge in plastischen Metallen.

Mit der Möglichkeit der Gitterverlagerung wird man sich einmal mutatis mutandis abfinden müssen. Daran ändern auch gelegentliche Anschauungen nichts, die für eine Erhaltung des Kristallgitters sprechen, zumal auch mit Hilfe der Röntgenstrahlen keine bündigen Gegenbeweise erbracht werden konnten. Im Begriff der sogenannten „statistischen Anisotropie" kann erfolgreich der der „Rest-Anisotropie" entgegengestellt werden[2]). Die Bemühungen einer ausgedehnten wissenschaftlichen Forschung haben die Grundlagen zu einem wohldurchdachten Gebäude gelegt, die zum Raumgitteraufbau der Materie führten, wie er den heutigen Vorstellungen entspricht. Die Erfolge dieser Betrachtungsweise gingen zweifellos über alle Erwartungen hinaus. Die Gesetze der Beeinflussung des Raumgitters in seinem gesetzmäßigen Aufbau sind noch nicht geschrieben. So viel kann aber als sicher gelten, daß sie für die künftige Entwicklung der Wissenschaft von den Zuständen der Materie von einschneidender Bedeutung sein werden. Für die Erklärung der Erhöhung der innern Reibung in beanspruchten Metallen dürfte vielleicht die Vorstellung den ersten Ansatz bieten, etwa so, daß die Möglichkeit instabiler Atombindungen zu erwägen wäre. Der mittlere durchschnittliche Atomabstand dürfte dabei wohl unverändert erhalten bleiben. Dafür spricht der Umstand, daß das Leitungsvermögen für Elektrizität bei Einkristallen, wie das durch Messungen an etwa 20 cm langen Einkristalldrähten festgestellt werden konnte, weder vom Zustand (Grad der Kaltbearbeitung) noch von der Kristallrichtung nennenswert abhängig ist.

Der Verlagerungshypothese ist auch im wesentlichen die wissenschaftliche Erfassung der Rekristallisations-Vorgänge zu verdanken[3]). Dadurch ist zum erstenmal die Möglichkeit geschaffen worden, Metallkristalle von unbegrenzten Abmessungen in einfacher Weise zu erzeugen. Die genaue Erforschung der Einkristalle wird noch manche Überraschung mit sich bringen. Infolge ihrer Homogenität dürften in der Erforschung der elastischen Eigenschaften der Kristalle alsbald weitere Fortschritte zu verzeichnen sein. Bei Aluminium konnte die Elastizitätsgrenze in den Richtungen der Würfel-, Dodekaeder- und Oktaederflächen mit 0,6; 0,8 und 1,2 kg/mm² festgestellt werden. Ebenso bemerkenswert ist die Tatsache, daß sich die Klangfarbe von Einkristallen infolge vollkommener Elastizität durch besondere Reinheit und Klangfülle auszeichnet. Durch Druckversuche konnte festgestellt werden, daß die Druckfestigkeit von Einkristallen grundsätzlich mit den Ergebnissen von Zugversuchen übereinstimmt. Bemerkenswert ist die Veränderung der Querschnitte von Druckkörpern: Zylindrische Druckkörper ergeben in der Würfelnormale quadratische, in der Dodekaedernormale rautenartige, in der Oktaedernormale elliptische Endformen von deutlicher Prägung.

Eine Reihe von Erscheinungen (Lüdersche Linien, bandartige Fließlinien, Kristallrutschungen usw.) könnten in diesem Zusammenhang noch näher behandelt werden; sie alle stehen aber, ebenso wie die Translations- und Zwillingsstreifen, in keinem primären Zusammenhang mit den Vorgängen der Verfestigung.

Die große Mannigfaltigkeit von Erscheinungen, die an plastischen Kristallen beobachtet werden kann, dürfte aus diesen Beispielen wohl erhellen. Man wird künftighin diese Erscheinungen, die für die Industrie und somit für das Wirtschaftsleben von größter Tragweite sind, nicht auf Grund rein theoretischer Erwägungen beurteilen dürfen, sondern wird sie mit der ihnen gebührenden wissenschaftlichen Aufmerksamkeit verfolgen müssen. Bis jetzt gehen die technologischen und wissenschaftlichen Bestrebungen getrennte Wege, obwohl die Technologie bereits erhebliche Fortschritte in der Auswertung der Fließvorgänge, wie sie sich in den Ergebnissen Ludwiks darbieten, zu verzeichnen hatte. Leider werden diese grundlegenden Untersuchungen Ludwiks von der einschlägigen Forschung meist nicht gebührend berücksichtigt. Durch die vorliegende Studie möge dieser Weg gemeinsamer Arbeit an Hand neuer experimenteller Tatsachen gewiesen sein.

Bei der Durchführung der Arbeiten erfreute ich mich der regen Unterstützung meiner Mitarbeiter Dr. Velde, Rassow und Dr. Irmer, wofür ich ihnen noch an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche. Die Ergebnisse der Arbeit wurden erstmal im Institut für physikalische Chemie der Universität Frankfurt a. Main am 9. Mai 1923 vorgetragen. [1760]

[1]) W. Vogt, Kristallphysik, Leipzig 1910.

[2]) Zeitschr. f. Metallkunde 1923 S. 60.

[3]) Intern. Z. f. Metallographie 1916 S. 1.

ie maschinelle Gewinnung und Förderung im Steinkohlenbergbau unter Tage.

Förderung.

Von Prof. Dr.-Ing. Fr. Herbst.

(Fortsetzung von S. 567)

Haspelförderung.

Die Bedeutung der Haspelförderung hat in den letzten ihrzehnten im Ruhrbezirk erheblich zugenommen. Das erklärt ch einmal durch die vermehrte Bergeförderung, die mit dem lgemeinen Übergang zum Bergeversatzbau gegeben war, und aderseits durch das Bestreben, zur Erhöhung der Förderleistung r Hauptsohle bzw. zur besseren Ausnutzung der Kosten für e Gesteinsarbeiten neben dem gewöhnlichen Abbau oberhalb der hle auch den „Unterwerksbau" zu betreiben. Die Versatzrge können allerdings auch von der oberen Sohle aus zuführt werden, was der Krafterspärnis halber günstig sein und ch die Möglichkeit bieten würde, die Berge aus Rollöchern zuziehen. Damit würde sich wieder ein geringerer Wagendarf und eine verbilligte Förderung ergeben. Jedoch zieht an durchweg die Förderung der Versatzberge auf der unteren hle vor, weil dort die Hauptfördereinrichtungen vorhanden sind, d nimmt den Mehraufwand an Energieverbrauch durch das ochziehen in den Bremsbergen und Stapelschächten in den Kauf.

Früher standen die Haspel in der Regel am Kopfe des Bremsrges oder Bremsschachtes. Neuerdings bevorzugt man die Aufellung in der Höhe des obersten Anschlags. Diese bietet den orteil, daß die Haspel bequem zugänglich sind und infolgedessen t überwacht werden können, sowie daß der Haspelwärter gleichitig den Dienst am Anschlag versehen kann. Auch wird die randgefahr in den Haspelkammern, die wegen der austrocknenn Wirkung der heißlaufenden Bremsscheiben und wegen des orhandenseins von Schmieröl, Putzwolle usw. nicht unerheblich t, auf diese Weise stark abgeschwächt. Die dabei erforderliche ernsteuerung läßt sich bei elektrischen Antrieben ohne weites durchführen, wird aber auch für Druckluftantriebe gebraucht, ie Abb. 55 bis 57 nach einer Ausführung von Gebr. Eickoff zeigen.

Abb. 55 bis 57. Förderhaspel mit Fernsteuerung (Gebr. Eickhoff), 250 mm Zyl.-Dmr., 300 mm Hub.

Die Haspel können als Trommel- oder Scheibenaspel gebaut werden. Ein Haspel verbraucht verhältnismäßig el Kraft, weshalb hier die Frage der Ersparnis an Energierbrauch eine große Rolle spielt. Trotzdem herrscht noch die ruckluft durchaus vor, obwohl auch die für den Abbau geltend machenden Gründe hier nicht zu ihren Gunsten angeführt wern können. Die Haspel werden vorderhand noch durchweg mit hubkolben ausgeführt, doch ist der Drehkolbenhaspel auf dem sten Wege, sich ein größeres Anwendungsgebiet zu erobern.

Schubkolbenhaspel werden bei kleineren Leistungen des einchen Baues halber mit Wechselschieber umgesteuert, der quer m Steuerschieber bewegt wird, oder mit Doppelschieber nach Volff, bei dem abwechselnd die rechte oder die linke Kammer ls Muschelschieber dient. Bei größeren Haspeln wird durch ulissensteuerung die Ausnutzung der Dampfdehnung angestrebt.

Die Drehkolbenhaspel sind zuerst von Axmann & Co., Bochum-Riemke, gebaut worden; jetzt haben auch andre Maschinenfabriken den Bau dieser Haspel aufgenommen. Einen Drehkolbenhaspel von Axmann zeigt Abb. 58, einen Schleuderkolbenhaspel der Westfalia Abb. 59. Bei der letzteren Bauart ist der Lauffläche die Aufgabe, gleichzeitig als Dichtungsfläche zu wirken, abgenommen und diese Dichtung als gewöhnliche Kolbendichtung ausgeführt. Die drei Kolben werden durch die Arbeitsfläche ebenso wie die Lamellen des Axmann-Haspels bewegt und durch Überschleifen der Steuerkanäle gesteuert. Angelassen und stillgesetzt wird durch eine kleine Bewegung des Steuerkörpers.

Die Erbauer der Kreiselhaspel sind mit Erfolg bemüht gewesen, die Schwächen dieser Haspel (stärkerer Verschleiß mit demgemäß im Betriebe wachsenden Luftverbrauch, geringeres Anzugmoment) zu bekämpfen, insbesondere auch die Luftdehnung auszunutzen und so die Vorteile (gedrängte Bauart, stoßfreier Gang, Schutz der arbeitenden Teile) voll zur Geltung zu bringen. Zahlentafel 14 (nach Versuchen[1]) von M. Schimpf) läßt günstige Luftverbrauchzahlen erkennen und zeigt insbesondere bei den beiden Axmannschen Motoren den Vorteil der Luftdehnung.

Der elektrische Haspel tritt im Steinkohlenbergbau zurzeit noch wesentlich stärker in den Hintergrund, als es seinen guten Eigenschaften gegenüber den Drucklufthaspeln, insbesondere seiner wesentlich günstigeren Leistungsausnutzung, entsprechen würde. Bereits oben ist darauf hingewiesen worden, daß sich infolge des geringen Leistungsverbrauches beim elektrischen Antrieb die höheren Anschaffungskosten der elektrischen Haspel ein-

Abb. 58. Schema des Drehkolbenantriebes von Axmann.
a Kolbenscheibe
b Kolben-Lamellen
c Lufteintritt
d Umsteuer-Muschelschieber
e_1 e_2 Steuerkanäle
f Ringschlitz für die Luftverteilung
g Auspuff

Abb. 59. Schleuderkolbenhaspel der Gewerkschaft „Westfalia", Lünen.
a Schleuderkolben *c* Steuerkanäle
b Druckrolle *d* Arbeitsfläche
e Steuerhohlkörper

Zahlentafel 14. Ergebnisse von Leistungsversuchen mit Schubkolben- und Kreiselhaspeln.

Nr.	Haspelbauart	Zugkraft an der Trommel kg	Leistung in PS_e	Überdruck at	Luftverbrauch für 1 PS_e h l
1	Zwillings-Kolbenhaspel Wolff	799 1198	6,8 9,9	3,3 4,7	69,1 76,1
2	desgl.	700 1200	13,0 12,5	4,6 5,4	77,6 60,7
3	Zwillings-Kolbenhaspel der Abt. Schalke der Gelsenkirchener Bergwerk-A.-G.	257 943	6,1 14,6	2,0 5,0	61,8 39,8
4	Säulenhaspel Wolff	444 1665	4,9 12,0	2,0 5,0	70,7 45,2
5	Kreiselhaspel Axmann ohne Luftdehnung	595 992	4,19 3,97	4,7 4,7	110,1 113,2
6	Kreiselhaspel Axmann mit Luftdehnung	957 1531	7,24 7,4	4,3 5,3	57,3 61,4
7	Kreiselhaspel Wolff	666 866	12,3 12,5	4,1 5,0	63,5 62,8
8	Schleuderhaspel Westfalia (Lünen)	441 573	6,6 8,5	4,7 5,6	55,1 51,7

[1]) Glückauf 1921 S. 833 und 1245; 1923 S. 53.

schließlich der Kabelkosten verhältnismäßig rasch bezahlt machen. Man sollte sich daher die Verwendung elektrischer Haspel unter Tage mehr angelegen sein lassen. Als Ort ihrer Aufstellung kommt noch mehr als bei Drucklufthaspeln die Anschlagsohle in Betracht, da die elektrischen Haspel größere Anforderungen an eine möglichst sorgfältige Überwachung stellen. Besonders wichtig ist die Beobachtung der Lagerstellen, deren Verschleiß leicht zu Ankerdurchschlägen führt.

Abb. 60. Wagenstoßvorrichtung der Siegener Maschinenbau A.-G., Bauart Notbohm.

a Steuergehäuse
b Steuerhebel
c Handhebel
d Drehpunkt des Steuerhebels
e Gegensteuerhebel
f Luftleitung für den Rückgang
g „ „ „ Hingang
h Laschenkette für Rückgang
i Arbeitskolben
k und *l* Kettenscheiben
m Laschenkette für Hingang
n Mitnehmer
o Arbeitskette

ab- und zurollen. Auch ist unter Tage die Unfallgefahr du durchgehende Wagen und die Gefahr von Betriebstörungen zuzurechnen.

Die maschinellen Schubvorrichtungen kön von unten oder von oben wirken. Die älteste und heute noch bewährte Aufschiebevorrichtung ist die Notbohmsche. arbeitet mit Mitnehmern, die an einer durch Druckluft beweg Kette befestigt sind und innerhalb ihrer Befestigung einen gew sen toten Gang haben, so daß sie beim Zurückziehen durch Kettenzug zum Niederklappen gebracht, zum Vorziehen dage in die Strecklage angehoben werden können. Besonderen W hat Notbohm auf eine möglichst feinfühlige Ausbildung der Ste rung gelegt, indem der Bewegungsvorgang fortgesetzt dem Steu vorgang entgegenzuwirken sucht und so eine ständige Bet gung des Steuerhebels in enger Fühlung mit den Bewegun vorgängen notwendig macht. Eine Ausführung veranschauli Abb. 60. Der durch Druckluft bewegte Arbeitszylinder wi beim Hingang auf die Laschenkette *m*, beim Rückgang auf Laschenkette *h*. Die Arbeitskette *o* wird durch ein Zahnrad triebe und die Kettenscheiben *k* und *l* bewegt. Der Gegensteu hebel *e* nimmt den Drehbolzen des Steu hebels *b* mit und sucht so, diesen wieder in Nullage zu bringen, was die Handsteueru bekämpfen muß.

Auch die in Abb. 61 dargestellte Einri tung der Maschinenfabrik Beien hört hierher. Die Stößer werden durch S zug bewegt; für den Rückzug dient ein Geg gewicht. Die Stößer werden beim Rückga zwangläufig unter die Anschlagsohle gefüh

Der durch das Zugseil bewegte Stoßa kann mittels des Drehgelenks durch den tätigungshandgriff auf das jeweils mit d Förderkorb zu verbindende Aufschiebegleis schaltet werden, wobei die Spannfeder die e sprechende Stellung festhält. Zur Steueru

Abb. 62. Wagenstoßvorrichtung von Miebach.

a Steuerschalter
b Motor
c Schneckengetriebe
d Seiltrommel
e Laufgestell
f Stoßarm
g Steuerstromleitung
h Spannfeder
i Betätigungshandgriff
k Drehgelenk
l Schwenkbühne
m Zugseil

Füllortbetrieb.

Am Füllort lassen sich durch maschinelle Hilfsmittel zur Beschleunigung des Wagenumlaufes in besonderem Maße Lohnersparnisse erzielen. Eine Zeitersparnis ist in den meisten Fällen mit dem maschinellen Antrieb nicht verbunden, da auch die Bedienung mit der Hand bei gut eingearbeiteten Anschlägern große Beschleunigung ermöglicht.

In Betracht kommen zwei Hauptgruppen von Hilfsmitteln, nämlich solche, die mit Ausnutzung des Gefälles arbeiten, und solche, die sich besonderer Schubvorrichtungen bedienen.

Bei den Vorrichtungen, die mit Gefälle arbeiten, muß für die Aufwärtsbewegung der leeren Wagen um die Höhe des Gefälles eine besondere Vorrichtung angeordnet werden, die in der Regel aus einer unterlaufenden Kette besteht.

Stösser
Boden des Förderkorbes
Schleifenführung mit selbsttätigen Weichen
Antrieb
Seiltrommel

Abb. 61. Wagenstoßvorrichtung der Maschinenfabrik Beien.

Das Hauptverwendungsgebiet solcher Einrichtungen ist freilich nicht der Füllort, sondern die Hängebank, weil man dort Licht und Raum zur Verfügung hat und das Gefälle dauernd eingehalten werden kann, während dies am Füllort durch die Gebirgsbewegungen beeinträchtigt wird. Nachteilig bleibt auch an der Hängebank oder bei ruhigem Gebirge am Füllort immer die Gefälleinstellung auf einen mittleren Wagenwiderstand, so daß bei den verschiedenen Belastungen immer nur verhältnismäßig wenige Wagen tatsächlich mit der gewünschten Geschwindigkeit

dient elektrische Übertragung; der Rückgang wird selbsttäti durch einen auf einen Hilfsschalter wirkenden Anschlag ei geleitet.

Von oben wirkt die Miebachsche Vorrichtung, Abb. 6 auf die Wagen. Sie arbeitet mit einem auf einem kleinen Wage verlagerten und nach beiden Zufahrtgleisen verschwenkbare Druckarm, der in seiner jeweiligen Stellung durch die Spannun einer Feder festgehalten wird.

Die Deutsche Maschinenfabrik, Duisburg legt bei ihren Beschickungsanlagen Wert auf deren Verbindun mit den schwenkbaren Bühnen vor der Schachtöffnung, wie s jetzt durchweg für tiefere Schächte in Gebrauch sind. Sie b nutzt einen Seiltrieb mit Stoßwagen, dessen Führungsbahn a der Stelle der Schwenkbühne mit einem Gelenk versehen un dessen Stoßarm ausschwenkbar gestaltet ist.

Die Einrichtung ist mit den Verschlußtüren verriegelt, s daß deren Öffnung für jedes Fördertrum der Betätigung de Steuerhebels vorausgehen muß. Außerdem ist noch eine selbs tätige Weiche für die Verteilung der ankommenden Förderwage auf die beiden Fördertrume und eine selbsttätige Gleis sperre vorhanden, die für die abwechselnde Festhaltung un Freigabe der dem Schacht zulaufenden Wagen sorgt. [1678]

[Forts. folgt.]

RUNDSCHAU.

Bauingenieurwesen.

Kuppel aus Eisenbeton.

Von der Firma Dykerhoff & Widmann A.-G. in Biebrich am Rhein i in den Jahren 1921/22 durch ihre Zweigniederlassung in Saarbrücken e Kuppel in Eisenbeton für das Union-Theater in Saarbrücken ausführt worden, die in mancherlei Hinsicht bemerkenswert ist und eine ht alltägliche Leistung des Eisenbetonbaues darstellt. Die ppel über dem Zuschauerraum mußte wegen des Gebäude- undrisses eine unsymmetrische Form erhalten, Abb. 1 bis 3. r Hauptring der Kuppel hat 23,5 m Breite und 26,15 m nge, der Laternenring 8,5 m Dmr. Die Pfeilhöhe beträgt) m.

Die Kuppel ruht auf Eisenbetonsäulen mit achteckigem erschnitt, die durch den inneren Ring einer wagerechten leriedecke abgesteift sind. Der Kuppelfußring besteht aus ei Gurtringen: dem inneren uptring und dem äußeren rtring, die durch eine schräge senbetonplatte mit Versteigsrippen starr miteinander bunden sind. Zwischen dem ßeren Gurtring und dem darter liegenden Gesimsring der leriedecke ist eine Fuge ausbildet, um zu verhindern, daß ppel- und Ringkräfte auf den simsring übertragen werden. der Bühne wird die Kuppel rch einen Bühnenträger abgegen, der auch wagerechte äfte und Momente aus dem ppelschub aufnehmen kann. erhalb des Kuppeldruckringes eine Oberlichtlaterne angelnet, an der ein Kronleuchter gebracht ist.

Die Kuppel ist mit einer Isoschicht aus Torfoleum mit er Bimsbeton-Deckschicht und beroid abgedeckt. Die Betonke der Kuppelschale beträgt und 24 cm. Die Eiseneinlagen 8 mm Dmr. sind in Ringd Meridianrichtung gleichßig verteilt und kreuzweise geordnet. Den stärkeren Kräf im Fuß- und Druckring ist rch entsprechende Eiseneinen Rechnung getragen. Der ßring hat im inneren Hauptg zur Aufnahme der Ringzugäfte aus dem Kuppelschub Rundeisen von 20 mm Dmr. alten, der äußere Gurtring Rundeisen von 16 mm Dmr. r den Beton wurde Traßzement Saarsand und Bimskieszuz verwendet. Die Zusammensetzung wechselt nach den Beanspruchungen.

Der Laternendruckring wird r Aufnahme der wagerechten gungsmomente durch Rippen abgestellt. Abb. 4 und 5 zeigen den Anschluß der Kuppel an die Säulen, Abb. 6 den Anschluß an den Bühnenträger.

Für die Bauausführung wurde ein sprengwerkartiges Lehrgerüst benutzt, dessen Oberteil sich der Kuppelform anpaßt und mit Keilen auf dem Untergerüst abgestützt ist. Die Kuppelschalung wurde nach

Abb. 1 bis 3. Unsymmetrische Eisenbetonkuppel. Maße in cm.

Abb. 4 und 5. Querschnitte des Fußringes.

Abb. 6. Bühnenträger.

Höhenkurven und Meridianschnitten mit einer Überhöhung von 5 cm im Scheitel auf- und ausgerichtet.

Die Betonierung begann mit dem Bühnenabfangträger und dem Zugring. Während der Betonierung der Kuppelschale belastete man den Scheitel mit Sandsäcken, um ein Hochgehen der Schalung im Scheitel zu verhindern. Die Betonierung der Kuppelschale und des Laternenringes war in 1½ Wochen beendet. Diese Bauteile wurden 4 Wochen nach der Betonierung des Laternenringes ausgerüstet, beginnend mit der Kuppel, die durch Lösen der Keile freigemacht wurde. Während der Ausrüstung wurden die senkrechten Bewegungen der beiden in der Längsachse liegenden Punkte des Laternenringes mit Fentzloffschen Biegungsmessern geprüft und die Formänderungen und Zugspannungen des am stärksten gekrümmten Teiles der rückwärtigen Kuppelhälfte mittels Spannungsmesser beobachtet. Die Ergebnisse der Messungen stimmen mit den rechnerisch ermittelten Werten gut überein. Für die statischen Berechnung dienten Näherungsverfahren. Infolge der Unsymmetrie der Kuppelschale treten zu den Ring- und Meridiankräften der normalen Kuppel noch zusätzlich Kräfte und Biegungsmomente auf, die aus der Abweichung einer ideellen symmetrischen Kuppel von der tatsächlichen Kuppelform ermittelt und der Bemessung der Betondecke und Eiseneinlagen zugrunde gelegt wurden. („Beton u. Eisen" 20. Februar 1923) [1720] Dipl.-Ing. W. Knopp.

Erhöhung und Verstärkung einer Staumauer.

Eine Wasserwerkverwaltung beabsichtigte, die Stauhöhe ihrer Talsperre um 3,4 m zu vergrößern und zu diesem Zweck auf der Luftseite der bestehenden Staumauer einen Erddamm nach Abb. 7 anzuschütten. Die für die Bauerlaubnis zuständige Behörde hat nun die Erstattung eines Gutachtens der Akademie des Bauwesens veranlaßt, das zu folgendem Ergebnis kommt: Grundsätzliche Bedenken gegen die Anschüttung bestehen nicht, soweit die Mauer für einen höheren Stau standsicher gemacht werden soll. Die Mauer muß aber erhöht werden, damit der Erdkörper nicht unmittelbar vom Wasser berührt wird. Durch die Mauer dringendes Wasser muß durch eine Trockenpackung an der Luftseite der Mauer und durch Rinnen an der Grundfläche des Erdkörpers unschädlich abgeführt werden. Der Gegendruck des Erdkörpers kann mit dem ermittelten kleinsten Wert als voller passiver Erddruck in Rechnung gestellt werden.

Abb. 7. Anschüttung eines Erddammes auf der Luftseite einer Staumauer.

Bei leerem Staubecken scheint die Mauer dem auf sie wirkenden Druck des Erdkörpers aber nicht gewachsen zu sein. Ihre Standsicherheit muß hierfür durch Verstärkung des Mauerwerks an der Luftseite erhöht werden, was zugleich auch zu einer erhöhten Standsicherheit gegen den Wasserdruck bei höherem Stau führt. Da die Mauer ohnehin erhöht werden muß, erscheint es angezeigt, von der Anschüttung abzusehen und die Mauer durch eine im oberen Teil der Luftseite gut einbindende Verstärkung standsicher zu machen. [1745]

Die Wasserkräfte der Erde.

Berichtigung. Im Kopf der Zahlentafel 1 auf S. 451 sind die beiden letzten Spalten falsch benannt. Die Überschrift der vorletzten Spalte muß lauten: „In Betrieb nach dem Kriege", und die der letzten Spalte: „In Betrieb und Ausbau nach dem Kriege". Außerdem gehört die für alle Weltteile zusammen geschätzte ausgenutzte Leistung von 23 bis 25 Mill. PS, die in der drittletzten und vorletzten Spalte steht, nur in die vorletzte Spalte. [M 433]

Verkehrswesen.

Wettbewerb für eine Verkehrsanlage über die Weser bei Bremen.

Einen Ideen-Wettbewerb zur Erlangung von Vorentwürfen für die Herstellung einer Verkehrsanlage über die Weser bei Bremen schreibt die Baudeputation, Abteilung Straßenbau, in Bremen unter reichsdeutschen und deutsch-österreichischen Ingenieuren und Architekten aus. Es handelt sich um einen Ersatz der vorhandenen Dampferfähre in der Vorstadt Woltmershausen. Die Verkehrsanlage soll im allgemeinen nur dem Fußgängerverkehr dienen. Da an dieser Stelle im Strom auch Seeschiffe unbehindert mit sehr hohen Aufbauten verkehren müssen, so bilden die Forderungen der Seeschiffahrt im dem Wettbewerb einen besondern Teil des Programms, der die Lösung der Aufgabe, sei es als Brückenbauwerk, als Schwebefähre oder in sonstiger Form, sehr interessant gestaltet. Für Preise und Ankäufe sind 2,75 Mill. Mark ausgesetzt mit einem ersten Preis von 750 000 ℳ, einem zweiten von 600 000 ℳ und einem dritten von 500 000 ℳ. Im Preisgericht sitzen u. a. Senator Thalenhorst, Baudirektor Knop, Baudirektor Stühring, Strombaudirektor Plate. Die Entwürfe sind bis zum 31. August 1923 einzureichen. [M ..]

Umbau alter Triebwagen bei der Berliner Straßenbahn.

Seit einiger Zeit hat die Berliner Straßenbahn einige ihrer alten zweiachsigen Triebwagen mit einem neuen Untergestell ausgerüstet, bei dem im Gegensatz zum alten Untergestell die Plattformträger mit ihren Enden im Fahrgestellrahmen stecken, Abb. 8 und 9. Der Rahmen des Fahrgestells ist aus 8 mm dicken Eisenblechen mit Aussparungen zusammengenietet. Die an den Rändern mit Winkeleisen verstärkten Seitenrahmen und Querverbindungen sind durch Knotenbleche fachwerkartig miteinander verbunden. Bei den alten Gestellen waren die Plattformträger so am Wagenkasten befestigt, daß sich die Holz- und Eisenverbände der Längs- und Querschwellen lockerten, was alle zwei bis drei Jahre eine gründliche Aufarbeitung nötig machte. In dieser Hinsicht stellen die neuen Untergestelle einen wesentlichen Fortschritt dar. Außer einer Erhöhung der Lebensdauer wird aber noch eine leichtere Bauweise der Kastengerippe erzielt. Gegenüber dem alten Wagen ist das Gewicht von 10 t auf 9,1 t vermindert.

Abb. 8. Schematische Darstellung der Anordnung der Plattformträger und des Untergestelles.

Abb. 9. Neues Untergestell mit eingesteckten Plattformträgern.

Zum Schutze der Plattformbleche, Fenster und Dachschirme ist an jedem Wagen ein eisenbewehrter Rammklotz angebracht, der die schwere eiserne Rammbohle ersetzt. Zum Abfangen der Stöße dienen vier oberhalb der Achsbuchsen angeordnete 1720 mm lange und 90 mm breite Blattfedern mit je acht Lagen, deren Enden in Gleitbahnen geführt werden. Die nach einer neuen Bauart der Bergischen Stahlindustrie am Fahrgestell befestigte Zug- und Stoßvorrichtung, Abb. 10 und 11, bietet durch ihre günstige Federanordnung zusammen mit einer Vergrößerung des Radstandes von 1,75 auf 2,80 m und der neuen Anordnung der Achsfederung die Gewähr für ein ruhiges Fahren.

Abb. 10 und 11. Zug- und Stoßvorrichtung der Bergischen Stahlindustrie.

Der Wagenkasten wird wie früher aufgesetzt. Aus Ersparnisrücksichten sind die Seitenscheiben in kleinere Felder geteilt und bestehen aus gewöhnlichem 3 bis 4 mm dickem Glase. Die Plattformen sind von 1,7 auf 2,3 m verlängert und geschlossen ausgeführt. Hierdurch ist die Zahl der Plattformstehplätze von 14 auf 24 vergrößert. Die 70 mm breiten Außentüren sind nach der sogenannten Dresdner Bauart unterteilt, d. h. die obere Hälfte ist als Faltfenster ausgebildet, die untere besteht aus einer hölzernen Umsetztür. (Verkehrstechnik 23. Februar 1923) [1721]

Eine neue Förderbandanlage für Fernsprechämter.

Seit Juli 1922 ist beim Berliner Fernamt als Ersatz für die bisher üblichen Flachrohrposten, die nicht immer in der Lage waren, den mitunter stoßweise einsetzenden Massenverkehr an Bestellzetteln zu

hältigen, eine neue Wendebandanlage der Rohr- und Seilpostanlagen G. m. b. H. (Mix & Genest), Berlin-Schöneberg, in Betrieb genommen worden. Sie besteht aus einem in der Längsrichtung der Anmeldeschränke angebrachten Förderband. Die Wirkungsweise beruht darauf, daß die Reibungszahl von Papier auf Metall nur halb so groß ist wie auf Faserstoff. Der Bestellzettel wird zwischen das bewegte Band und ein als Führung dienendes Blech geschoben und bewegt sich infolge der stärkeren Reibung mit dem Band fort. Die Rollen, mittels deren das Band in seiner Richtung umgelenkt wird, sind mit Ringnuten versehen, in die fingerartige Verlängerungen des Führungsbleches hineinragen. Hierdurch wird das Papier nach Verlassen der Rolle zwangläufig zwischen Blech und Band weitergeleitet, ohne sich auf die Leitrolle aufzuwickeln. (ETZ 8. März 1923.) [M 442] Sd.

Schiffs- und Seewesen.

Fortschritte im Bau von Schiffskesseln.

Im Jahresbericht des Hamburger Aufsichtsamtes für Dampfkessel und Maschinen für das Jahr 1922 berichtet Baudirektor Hartmann u. a., daß die Zahl der Anlagen mit

Ölfeuerung

auf Schiffen für Überseefahrt weiter zugenommen hat, nachdem die Werften die Gesamtanordnung und Einzelheiten verbessert haben, insbesondere die Brennerbauart und die Luftzuführung, wodurch nahezu vollkommene Verbrennung des Heizöles gesichert wird. Gegenüber dem hohen Preis des Heizöles kommen bei großen Anlagen die Ersparnisse an Heizerkosten und an Kosten der Instandhaltung der Bunker und Feuerungen wegen der schnellen Brennstoffübernahme in Betracht; daneben spielt auch der größere Fahrbereich und die Möglichkeit des Dampfhaltens eine Rolle, sowie der Umstand, daß die Heizer nicht mehr die frühere schwere Arbeit leisten können.

Anderseits hat man infolge der höheren Beanspruchung der Heizflächen in mehreren Fällen Einbeulungen von Flammrohren beobachtet, die zum Teil Erneuerung der Rohre erforderten. Da bei Druckzerstäubern im Feuerraum Temperaturen von 1500 bis 1800° C entstehen und die Festigkeit des Flammrohrbleches von 400° C ab bedeutend abnimmt, so kann schon ein geringer Belag auf der Wasserseite des Bleches den Wärmedurchgang so hindern, daß Einbeulungen hervorgerufen werden. Fast ausschließlich hat man solche Einbeulungen bei Anlagen mit Kolbenmaschinen beobachtet, die mit überhitztem Dampf betrieben werden und deren Schieber und Zylinder daher reichlich geschmiert werden müssen. Hier genügt schon ein Hauch von Ölansatz auf der Wasserseite des Bleches, um die Einbeulungen herbeizuführen. Rückstände findet man bei der Überholung solcher Kessel auf den Flammrohren fast nie, meist nicht einmal im Kessel selbst.

Um Unfälle dieser Art zu verhüten, soll man die übermäßige Beanspruchung der Flammrohrheizfläche, die besonders bei Ölfeuerung durch den Einbau zu großer Brenner leicht möglich ist, vermeiden und ferner für ölfreies Speisewasser sorgen. Das Öl kann nicht nur durch die Schmierung der Schieber und Zylinder, sondern auch durch Undichtheiten der Heizölvorwärmer in das Speisewasser gelangen. Da es nicht möglich ist, die im Kondensat von Kolbenmaschinen fein verteilten Rückstände des Zylinderöles durch Filtern ganz zu entfernen, so muß man die von Dampf berührten Teile möglichst sparsam schmieren und die Ölreste im Kondensat durch Zusatz einer Lösung von Soda in Wasser unschädlich machen. Diese Lösung soll jedoch nicht zu stark sein, da sie sonst dem Kessel und der Maschine schadet. Es empfiehlt sich auch, dem Kesselwasser beim Füllen Seewasser zuzusetzen und das Kesselwasser während der Fahrt mit Seewasser aufzufrischen. Wenn sich hierbei etwas Salz auf den Flammrohren ansetzt, so schadet das nichts, im Gegenteil, es verhindert, daß Öl unmittelbar an die Flammrohre selbst gelangen kann, was viel schädlicher wäre.

Bei Rohren, die infolge erhöhter Belastung leicht überhitzt werden, spielt auch der Umstand, daß Blech von 41 bis 47 kg/mm² Festigkeit Einbeulungen im allgemeinen besser als weicheres Blech von 34 bis 41 kg/mm² widersteht, eine geringere Rolle. Die höhere Festigkeit ist nur dann nachteilig, wenn an den Blechen geschweißt oder gebogen werden soll. Zu erwägen wäre aber, ob man nicht die Widerstandfähigkeit sehr großer Flammrohre durch Adamsonsche Ringe steigern könnte, die sich wiederholt bewährt haben. Erwünscht ist ferner, daß es möglich wäre, die Flammrohre auf ihre runde Form während des Betriebes zu überwachen. [M 425]

Stapellauf des Fahrgastdampfers Deutschland.

Am 28. April lief der Fahrgastdampfer „Deutschland" auf der Werft von Blohm & Voß, Hamburg, von Stapel, der für die Hamburg-Amerika-Linie gebaut wird und für den nordatlantischen Dienst bestimmt ist. Das Schiff hat 191,2 m Länge, 22,19 m Breite auf Spanten und 24,3 m Seitenhöhe bis Bootsdeck. Elf wasserdichte Schotte und eine Ölfeuerungsanlage sind vorgesehen. Es ist Raum vorhanden für ... Fahrgäste erster Klasse, 340 Fahrgäste zweiter Klasse in 108 Kammern und 645 Fahrgäste dritter Klasse in 186 Kammern. Die Kammern dritter Klasse zerfallen in solche mit 2, 3, 4 und 6 Plätzen und zwei Abteilungen mit großen Kammern zu 12 bis 20 Betten. Gesellschaftsräume sind für jede Klasse vorgesehen. Bemerkenswert sind die wulstartigen Anschwellungen im Bereich der im Betriebe vorkommenden Wasserlinien. Es soll hierdurch eine gleichmäßige Stabilität bei Abfahrt und Ankunft im Bestimmungshafen erreicht werden. Die Spantform des Fahrgastdampfers „Deutschland" einschließlich der Hinterliste erinnert damit an Schiffsformen, wie sie in früheren Jahren bei Segelschiffen üblich waren. [M 419]

Beleuchtungstechnik.

Kandem-Werkplatzlampen.

Die neuen Werkplatzlampen der Firma Körting & Mathiesen A.-G., Leipzig-Leutzsch, sind gekennzeichnet durch den Kandemreflektor, einen kleinen tiefgezogenen doppelparabolisch geformten starken Metallreflektor mit verstreut spiegelndem glattem Metallbelag im Innern. Dieser Reflektor, der die Glühlampe ganz in sich aufnimmt, schützt vollkommen vor Blendung und verteilt das Licht gleichmäßig über den Arbeitsplatz bei höchster Lichtausbeute, Abb. 12.

Die Lampe wird als Hängelampe zum Anschrauben an Pendel und Wandarm und mit Gelenk zum Verstellen nach allen Seiten geliefert.

Glühlampe 40 W
1 Kreis = 10 HK
Tischbeleuchtung in Lux
45 cm
80 cm

Abb. 12. Lichtverteilungs- und Platzbeleuchtungskurve der Kandem-Werkplatzlampe.

Besonders praktisch ist die Ausführung mit einem Haken, der in zwei Reibgelenken schwenkbar und drehbar ist. Man hakt ihn um die Pendelschnur, die durch die an dem Haken sitzende Öse gezogen wird, und kann dadurch die Lampe für jede seitliche Lichtausstrahlung einstellen, beliebig um die Senkrechte drehen und gleichzeitig nach Wunsch in der Höhe verstellen, Abb. 13. Die Lampe ist besonders geeignet zur Beleuchtung von Zusammenbauarbeiten und Werkzeugmaschinen.

Abb. 13. Hakenlampe in der Höhe und seitlich verstellt.

Abb. 14. Verstellbarkeit der Kandem-Auslegerlampe.

Die gleiche Lampe wird als Auslegerlampe geliefert, Abb. 14, zur Beleuchtung von Werktischen und Werkbänken, in der Höhe verstellbar, schwenkbar und drehbar. Sie wird für Reißbrettbeleuchtung durch einige Reibgelenke nach allen Richtungen beweglich ausgeführt und kann infolgedessen mit einem Griff in jede gewünschte Stellung gebracht werden, in der sie stehen bleibt. Eine Reißbrettlampe genügt, ohne daß man ihren Befestigungspunkt oben am Reißbrett verändern müßte, für ein Reißbrett von 200 × 125 cm. [1742]

Strahlungsmessungen.

In der Lichttechnischen Gesellschaft in Karlsruhe sprach der Direktor der Badischen Landeswetterwarte, Professor Dr. Peppler, über „Strahlungsmessungen und ihre praktische Bedeutung".

Die Meteorologie beschäftigt sich ernstlich seit etwa 20 Jahren mit dem Problem der Messung der Sonnenstrahlung, wobei in erster Linie ihre Wärmewirkung berücksichtigt wird. Die dazu benutzten Geräte beruhen darauf, daß die Strahlen von einer geschwärzten Fläche aufgefangen und in Wärme verwandelt werden. Diese erzeugt entweder eine Temperaturerhöhung des geschwärzten Körpers oder eine Änderung des Aggregatzustandes, eine Änderung der Potentialdifferenz an den geschwärzten Lötstellen zweier Metalle, oder eine Änderung des elektrischen Widerstandes eines dünnen geschwärzten Drahtes. Aus diesen Wirkungen läßt sich ein Schluß auf die Strahlung ziehen. — Solche Strahlungsmesser sind der von Angström und die sehr empfindlichen amerikanischen Geräte.

Die Strahlungsmessungen ergeben, daß bei gleicher Sonnenhöhe die Strahlungsenergie im Januar am höchsten, im August am niedrigsten

ist, und zwar um 35 vH niedriger bei einer Sonnenhöhe von 15°. Ebenso ist in den einzelnen Tageszeiten die Strahlungsenergie verschieden, und zwar am höchsten im Sommer um 11 Uhr, im Winter um 12 Uhr. Der Grund für diese Erscheinung liegt in dem verschiedenen Wasserdampf- und Staubgehalt der Luft, die beide die Wärme stark absorbieren. Ebenso nimmt die Strahlungsenergie mit der Höhe über dem Meeresspiegel zu aus den gleichen Gründen. So beträgt unter Umständen die Strahlungszunahme von der Rheinebene bis zur höchsten Schwarzwaldhöhe 70 vH.

Die Gesamtmenge der innerhalb eines Jahres zur Erde gelangenden Strahlung hängt wesentlich von der geographischen Lage ab. Die die Atmosphäre durchsetzenden Sonnenstrahlen werden durch selektive Absorption beeinflußt, die die Strahlungsenergie in andre chemische oder thermische Energieformen umwandelt, und durch Extinktion, die die Strahlen aus ihrer geradlinigen Richtung ablenkt. Die spektrale Verteilung der Lichtmengen hängt stark vom Sonnenstand ab. Blau und Violett verschwinden in der Ebene bei tiefstehender Sonne fast ganz, mit der Höhe nimmt der Anteil der kurzwelligen Strahlen zu. Innerhalb eines Jahres unterliegt die spektrale Zusammensetzung ebenfalls starken Schwankungen.

In der anschließenden Besprechung wurde eine Erklärung der Tatsache gesucht, daß die Amerikaner in bezug auf Strahlungsmessungen den Deutschen wesentlich überlegen sind. Da diese Messungen sehr verwickelte Apparate und daher ungeheure Geldmittel erfordern, konnten sie nur in Amerika, wo diese Mittel zur Verfügung stehen, ausgeführt werden. [M 422]

Materialkunde.

Aus Untersuchungen über die Wasserdurchlässigkeit von Mörtel und Beton.

Die Erzeugung von Beton, der gegen einen bestimmten Wasserdruck undurchlässig bleibt, beruht in erster Linie auf der Sorgfalt und den Maßnahmen bei der Herstellung. Hinsichtlich der Behandlung des Bauwerks, der Auswahl der Baustoffe, der Zusammensetzung des Betons usf. kann durch vergleichende Versuche Klarstellung geschaffen werden.

Die Versuche, die während der letzten beiden Jahrzehnte in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart ausgeführt wurden und über die kürzlich an andrer Stelle ausführlich berichtet worden ist[1]), führten u. a. zu Feststellungen, die für den Bauherrn und Benutzer von Beton- und Eisenbetonbehältern beachtenswert sein dürften. Einer Anregung der Schriftleitung folgend, sei nachstehendes hervorgehoben:

Zunächst fand sich die Erfahrung bestätigt, daß die Behandlung des Betons während seiner Erhärtung und in der Zeit bis zur Benutzung des Bauwerks sehr wichtig ist. Platten aus Zementmörtel und Beton waren nach dauernd feuchter Lagerung weit weniger durchlässig als nach trockener Lagerung. Wenn die feuchte Behandlung erst mehrere Wochen nach der Herstellung einsetzte, also gewissermaßen nachträglich stattfand, war sie in der Regel weniger wirksam, als wenn die feuchte Behandlung von vornherein ausgeführt wurde. Bei Platten aus Zement-Kalk-Traßmörtel war die nachträgliche nasse Behandlung fast wirkungslos, die starke Wasserdurchlässigkeit wurde nicht aufgehoben, während dauernd naß gehaltene Platten aus demselben Mörtel hervorragend günstige Ergebnisse lieferten. Diese Feststellungen muß man bei Behältern, die nicht Wasser, sondern andere Flüssigkeiten enthalten, sinngemäß beachten.

Weiter zeigte sich, daß die Wasserdurchlässigkeit von feucht gehaltenem Beton, geeignete Zusammensetzung des Betons und des Wassers vorausgesetzt, im Laufe der Zeit abnimmt. Von erheblichem Einfluß erwies sich die Beschaffenheit des Zements, entsprechend der Erfahrung, daß bestimmte Zementmarken für Dichtungsarbeiten den Vorzug verdienen.

Für den Baubetrieb von außerordentlicher Bedeutung ist die Wahl der Größe des Wasserzusatzes bei der Herstellung des Betons, vor allem weil Gußbeton zur Verarbeitung weniger Arbeitskräfte erfordert als Stampfbeton. Bekanntlich nimmt aber die Festigkeit des Betons mit steigendem Wasserzusatz rasch ab[2]). Entsprechend hat auch die Wasserdurchlässigkeit mit steigendem Wasserzusatz zugenommen, sie war also bei Gußbeton größer als bei Stampfbeton. Demgegenüber ist hervorzuheben, daß sich bei Stampfbetonbauten die durchlässigen Stellen namentlich an den Stampfflächen zeigten; überhaupt waren die bei Unterbrechungen der Arbeit entstandenen Flächen an der Wasserdurchlässigkeit wesentlich beteiligt. Die Erfahrung lehrte nun, daß bei weich angemachtem Beton die Bedeutung der Stampfflächen weit zurücktritt. Bei Gußbeton kann dies unter geeigneten Umständen noch mehr erreicht werden.

Lehrreich sind ferner die Feststellungen über das Verhalten von Anstrichen. Die bisher veröffentlichten Beobachtungen über den Einfluß von Anstrichen auf die Wasserdurchlässigkeit von Beton lassen nur selten eine bestimmte Beurteilung der Wirkung des Anstrichs zu, weil das Verhalten der Probekörper ohne Anstrich nicht ermittelt oder nicht mitgeteilt ist. Es scheint nötig, die verwendeten Betonstücke auch vor dem Auftragen des Anstrichs auf Wasserdurchlässigkeit zu prüfen, da hohe Wasserundurchlässigkeit auch ohne Anstrich lediglich durch geeignete Zusammensetzung und Verarbeitung des Betons geschaffen werden kann. Sehr einfach läßt sich übrigens die Wirkung des Anstrichs durch die Verfolgung des Gewichtes geeigneter Betonstücke erkennen, die vor dem Anstreichen getrocknet, nach Erhärtung des Anstrichs unter Wasser gebracht werden, nötigenfalls später nochmals trocken aufbewahrt werden. Läßt der Anstrich Wasser durch, so ändert sich das Körpergewicht[3]).

Anzustreben ist ferner, daß der Anstrich durch den Wasserdruck gegen den Beton gepreßt wird. Auch wenn diese Voraussetzung erfüllt ist, muß bei schnellen Entlastungen von Druckrohren u. dgl. daran gedacht werden, daß der Anstrich oder nicht geschützte Stellen gewisse Wassermengen durchgelassen haben und daß damit in der Betonwand ein nach außen hin abnehmender Wasserdruck entstanden ist, der sich bei plötzlicher Wegnahme des Innendrucks umgekehrt nach dem Innern des Rohres ausgleichen muß und dabei den Anstrich abdrückt. Ähnliche Vorgänge sind in sehr anschaulicher Weise bei Betondruckstollen mit Zementputz zu erkennen, wenn der Putz sofort nach dem Entlasten des Stollens angespitzt wird, worauf sich das in der Betonwand zurückgebliebene Druckwasser in mehr oder minder langen Strahlen nach dem Stolleninnern ergießt, bis der Druckausgleich wieder erreicht ist. [M 423]

Stuttgart. Otto Graf

[1]) „Bauingenieur“ 1923 S. 221 u. f.

[2]) Vgl. „Die Druckfestigkeit von Zementmörtel, Beton, Eisenbeton und Mauerwerk“, Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart, S. 10 bis 16.

Einheitsbezeichnungen für die Werkstoffprüfungen und für die Festigkeitsberechnungen von Ingenieurbauwerken.

Der Normenausschuß der Deutschen Industrie hat als Vorstandsvorlagen (Baunormung „Bauingenieur“ Nr. 9 vom 15. Mai 1923 und Mitteilungen des NDI „Maschinenbau“ Nr. 17 vom 26. Mai 1923) die beiden Blätter DIN 1350 und DIN 1351 veröffentlicht, auf die der Wichtigkeit wegen hier nochmals hingewiesen sei. Die langwierige geschichtliche Entwicklung, die schließlich zu diesen Vorstandsvorlagen geführt hat, ist im „Bauingenieur“ 1923 Bd. 4 S. 23 und 150 und in der „Bautechnik“ 1923 Bd. 1 S. 85 behandelt worden. Von vielen Seiten, die sich zu den früher veröffentlichten Entwürfen geäußert haben, wurde der inzwischen zu verzeichnende Fortschritt begrüßt.

Aus den beiden Vorstandsvorlagen DIN 1350 und DIN 1351 und den ihnen beigefügten Erläuterungen seien folgende Punkte besonders erwähnt:

Grundsätzlich sollen, soweit wie möglich, unbenannte Zahlen, Verhältnisse, Winkel und Spannungen mit kleinen griechischen Buchstaben, Längen- und Streckenlasten mit kleinen lateinischen, Flächen und Einzelkräfte mit großen lateinischen Buchstaben bezeichnet werden.

Ferner wurden allgemein in Fällen, in denen positive und negative Werte auftreten, z. B. bei $\sigma =$ Spannung für Zug und Druck, **keine** besonderen Zeichen gewählt, weil schon allein aus dem Vorzeichen der Zahlenwerte für die Spannungen usw. erkennbar ist, ob es sich um eine Zug- (+) oder Druckspannung (—) handelt. Die Durchführung dieses Grundsatzes erleichtert das Rechnen mit zusammengesetzten Spannungen.

Für die Temperaturbezeichnung soll in Zukunft $t°$ (lies t Grad) geschrieben werden. Es heißt also an Stelle von $t = 20°$ nunmehr $t° = $ [illegible]

Das statische Moment soll durch den Frakturbuchstaben $\mathfrak{S}$ gekennzeichnet werden, um das Zeichen Sx oder gar M zu vermeiden, weil der Buchstabe M in der Technik allgemein für das Biegungsmoment verwendet wird und beide Zeichen zusammentreffen können.

Für die Wärmeausdehnungszahl wurde das Zeichen α_t gewählt, um es von dem Zeichen für die Dehnungszahl $\alpha = \frac{1}{E}$ zu unterscheiden.

Bei den Zeichen für Winkelangaben ist bei der bisher üblichen 360°-Teilung a. T. und bei der neuen 400°-Teilung n. T. zuzufügen.

Vielfachem Gebrauch entsprechend sollen auch bei gleichschenkligen Winkeleisen die Längen beider Schenkel angegeben werden. Die Bezeichnungen für Winkeleisen heben sich dabei schärfer von denen für Flacheisen ab.

Bei der Fülle der notwendigen Zeichen ließ es sich nicht vermeiden, daß dieses oder jenes Zeichen mehrfach in verschiedenen Bedeutungen gebraucht wird, doch wurde in solchen Fällen stets darauf geachtet, daß ein Zusammentreffen gleicher Zeichen mit verschiedener Bedeutung nicht möglich ist.

Angesichts der großen Schwierigkeiten, die der Vereinheitlichung entgegenstehen, wurde in richtiger Erkenntnis, daß ohne Kompromisse eine Einigung nicht zustande kommen kann, der Meinung Ausdruck gegeben, daß es bei vielen Bezeichnungen gleichgültig sei, ob man diese oder jene Bezeichnung wählt; die Hauptsache sei, daß recht bald etwas zustande komme. Die seinerzeit eingegangenen Wünsche wurden soweit wie möglich berücksichtigt, und es wird an alle diejenigen, die sich schon früher geäußert haben, die Bitte ausgesprochen, sich mit den Beschlüssen, wie sie in den Vorstandsvorlagen zum Ausdruck gebracht worden sind, tunlichst abzufinden und nur noch neue Gesichtspunkte zur Sprache zu bringen.

Mögen die Vorstandsvorlagen recht bald endgültige Gestalt annehmen, so daß man hoffen kann, in kürzester Zeit das lang erstrebte Ziel zu erreichen! Auf dem Gebiet der Festigkeitsberechnungen für Ingenieurbauwerke und der Werkstoffprüfung würden dann im ganzen Deutschen Reich einheitliche Bezeichnungen angewendet werden, die in der Zukunft auch in die Literatur insbesondere in die technischen Zeitschriften, in die technischen Taschenbücher usw. übergehen müßten. Der Nutzen einer solchen Vereinheitlichung und die Erleichterung und Zeitersparnis, die sich hierbei ergeben, können nicht hoch genug bewertet werden. [M 441]

Kommerell

[3]) Ebenda S. 19 und 20.

Das Rostschutzmittel Chromol.

Im Jahre 1913 kam auf dem Gebiete des Rostschutzwesens ein abrikat, Erfindung des Chemikers Dr. Eberhard, München, auf n Markt, das in Fachkreisen großes Interesse erweckte. Es wird rch die Chromol-Werke G. m. b. H., München, und neuerdings auch erlin-Pankow hergestellt. Nachdem nunmehr die praktischen Erfahungen von fast neun Jahren erwiesen haben, daß mit dieser Erfindung tsächlich ein völlig von allem bisherigen abweichender neuer Weg ngeschlagen ist und der Anstrich sich überall vorzüglich bewährt it, scheint eine kurze Schilderung des Verfahrens angebracht.

Der als hauptsächlichstes Bindemittel für Rostschutzfarben diende Leinölfirnis leidet auf die Dauer darunter, daß sich infolge einer lmählich vor sich gehenden Bildung von Lynoxin Wasser abspaltet id der Anstrich spröde wird. Die Folge hiervon ist, daß sich sofort iter dem Anstrich Rost ansetzt und der Anstrich später reißt und blättert. Um diese Nachteile zu beheben, hatte man dem Leinölrnis Mineralöle, Terpentinöl und ähnliche Öle sowie Farbstoffe wie leiweiß, Bleimennige, Zinkweiß usw. zugesetzt, doch war der Erfolg ır gering[1]).

Der weiter naheliegende Versuch, Alkalidichromate, Chromichlorid id andre Chromverbindungen zu gleichen Zwecken auszunutzen, schien ı ihrer Wasserlöslichkeit zu scheitern[2]). D. Eberhard hat nun die stehenden Schwierigkeiten dadurch behoben, daß er öllösliche Hagenverbindungen des Chroms, und zwar solche der Chromsäurestufe, m Leinölfirnis zusetzt.

Diese Zusätze haben folgende Wirkungen: Einmal findet eine Aushaltung, zum mindesten eine erhebliche Herabsetzung des elektrischen okalstromes infolge der passivierenden Wirkung des Chromgehaltes r Lösung statt. Ferner wird eine außerordentliche Unempfindlichkeit gen den Einfluß von Rostbildnern, wie Kohlensäure, Sauerstoff, Alılien usw. erzielt, weil der Leinölfirnis durch die oxydierende und logenisierende Wirkung der benutzten Verbindungen aus einer ungettigten Verbindung in eine nahezu gesättigte übergeführt ist. Die im Trocknen des Anstriches auftretende Wasserabspaltung, die auptursache der allmählichen Unterrostung und des späteren Sprödeerdens des Anstriches, wird so auf ein Mindestmaß herabgesetzt.

Die praktischen Erfahrungen haben dies bestätigt. So schreibt das aatliche Materialprüfungsamt, Berlin-Dahlem, nach vierjährigen Verchen mit Eisenplatten, die eine Grundierung mit Chromol und einen eckanstrich mit Chromolfarbe erhalten hatten, daß am Ende von er Jahren der Anstrich noch vollkommen erhalten und auf keiner r Proben abgeblättert war; ebenso, daß beim Biegen derartiger atten um Dorne von 3 mm Dmr. vier Jahre nach dem Streichen r Anstrich in keinem Falle absprang und bei sämtlichen Proben 3frei blieb.

Ähnlich günstige Zeugnisse liegen von der Versuchsanstalt für chnische Gewerbe, Wien, dem Materialprüfungsamt der Technischen ochschule München und von vielen Industriefirmen vor; so ist z. B. e AEG für Leitungsmaste und ähnliche, starken Witterungseinflüssen iterworfene Eisenkonstruktionen ausschließlich zur Verwendung von ıromol übergegangen. [M 499]

[1]) Vergl. Pfleiderer, Das Rosten des Eisens usw. Z. 1913 Bd. 57 S. 221.
[2]) Vergl. Z. 1921 Bd. 65 S. 1171.

Unterrichtswesen.

Besuch der Technischen Hochschulen des Deutschen Reiches im Winterhalbjahr 1922/23.

Wie aus Zahlentafel 1 ersichtlich, hat sich die Gesamtzahl der Hochschulbesucher im Winterhalbjahr 1922/23 gegenüber der des Winterhalbjahres 1921/22 wieder ein wenig erhöht. Die größte Zunahme an Studierenden weist in diesem Halbjahr die Abteilung für allgemeine Wissenschaften auf. Diese nur scheinbare Zunahme erklärt sich daher, daß innerhalb der Zahlentafel die 718 Studierenden der neugegründeten Wirtschaftswissenschaftlichen Abteilung der Technischen Hochschule München zur Abteilung für Allgemeine Wissenschaften hinzugezählt sind. Eine verhältnismäßig große Zunahme an Studierenden findet man in der Abteilung für Bergbau, daneben in den Abteilungen für Chemie und Hüttenkunde sowie für Maschinenbau und Elektrotechnik. Auch die Abteilung für Bauingenieurwesen weist eine Zunahme an Studierenden auf. Zahlentafel 2 zeigt die Verhältniszahlen für die Zunahme gegen das Winterhalbjahr 1913/14.

Die Zahl der Ausländer an den Deutschen Technischen Hochschulen hat, wie Zahlentafel 1 zeigt, ganz erheblich zugenommen. Aus Zahlentafel 3 läßt sich das Verhältnis der ausländischen zu den deutschen Hochschulbesuchern ersehen. Hiernach weist das Winterhalbjahr 1922/23 gegenüber dem Winterhalbjahr 1921/22 eine große Steigerung auf. Erschreckend tritt dies Verhältnis in Erscheinung bei der Technischen Hochschule Danzig, wo der Anteil der Ausländer (davon die Hälfte Polen) bereits mehr als 50 vH ausmacht. Aber auch in anderen Hochschulen, wie Dresden und München, ist die Zahl der Ausländer ganz erheblich gestiegen. [M 445] Sd.

Zahlentafel 2. Verhältniszahlen für die Zunahme gegen das Winterhalbjahr 1921/22 und 1913/14.

	Gesamtzahl der Besucher	Verhältniszahl	Studierende	Verhältniszahl	Maschineningenieurwesen und Elektrotechnik	Verhältniszahl
W.-S. 1913/14	16 989	1	11 726	1	4 304	1
W.-S. 1921/22	31 194	1,83	26 139	2,22	13 400	3,11
W.-S. 1922/23	33 290	1,96	28 482	2,43	14 357	3,33

Zahlentafel 3. Verhältnis der ausländischen zu den deutschen Hochschulbesuchern.

		Berlin	Danzig	Dresden	Karlsruhe	München	insgesamt
Unter den Hochschulbesuchern befinden sich Ausländer in vH der Gesamtzahl	W.-S. 1922/23	20	52,4	18,6	15,7	11,5	14
	1921/22	18,9	20,74	12,3	10,1	2,3	9,1

Zahlentafel 1.

Besuch der Technischen Hochschulen und Bergakademien Deutschlands im Winterhalbjahr 1922/23.

Abteilungen	Aachen	Berlin	Braunschweig	Breslau	Clausthal	Danzig	Darmstadt	Dresden	Freiberg	Hannover	Karlsruhe	München	Stuttgart	Gesamtzahl der Studierenden W.-S. 1922/23	W.-S. 1921/22 [1])	W.-S. 1913/14 [2])
rchitektur . . . . Stud.	66	245	90	—	—	118	200	—	—	164	123	311	230	1547	1776	1921
auingenieurwesen . . . . . „	84	527	114	—	7 [3])	261	335	591	—	385	281	532	328	3445	3265	2717
aschineningenieurwesen . . „	319	1476	371	396	—	543	1234	1338	—	1219	541	} 2203	741	} 14357	8487	3040
ektrotechnik . . . . „	154	811	185	291	—	304	851	—	—	564	452		364		4913	1264
hiff- u. Schiffsmaschinenbau „	—	209	—	—	—	152	—	—	—	—	—	—	—	361	365	233
emie, Elektrochemie, Pharmazie „	159	472	343	162	—	127	329	496	—	289	298	} 510	356	} 4593	3322	1422
üttenkunde . . . . „	314	145	—	189	207	—	—	—	136	—	—		61		1041	429
ergbau . . . . „	206	383	—	—	617	—	—	—	447	—	—	—	—	1653	1325	106
and- und Forstwirtschaft . „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	496	—	496	571	191
llgemeine Wissenschaften . „	63	22	63	13	3	146	59	403	—	142	62	{ 105 718 [4])	231	2030	1074	403
udierende zusammen	1365	4290	1166	1051	834	1651	3008	2828	583	2763	1757	4875	2311	28482	26139	11726
örer und Gastteilnehmer	142	928	504	96	27	296	218	767	71	358	233	545	623	4808	5055	5263
esamtzahl im W.-S. 1922/23 . . .	1507	5218	1670	1147	861	1947	3226	3595	654	3121	1990	5420	2934	33290	—	—
„ „ „ 1921/22 . .	1572	4820	1300	1125	693	1350	3369	3312	522	3230	1960	5154	2887	—	31194	—
„ „ „ 1913/14 . . .	1071	2978	668	357	— [5])	1329	1587	1647	— [5])	1771	1330	2900	1351	—	—	16989
nter den Hochschulbesuchern befinden sich Ausländer im W.-S. 1922/23	158	1043	174	81	5	1023 [6])	376	537 [7])	63	215	314	623	82 [7])	4694	—	—
„ „ 1921/22	128	913	78	82	5	280	273	395	40	188	198	119	103	—	2802	—

[1]) Z. 1922 Bd. 66 S. 397. — [2]) Z. 1914 Bd. 58 S. 155. — [3]) Markscheider. — [4]) 105 allgemeine Abteilung, 718 Wirtschaftswissenschaftliche Abteilung. — [5]) Besuchsziffer nicht ermittelt. — [6]) Darunter 411 Polen. — [7]) Nur Studierende.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Jahrestagung des deutschen Maschinenbaues.

Der Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten hielt seine diesjährige Tagung vom 31. Mai bis 2. Juni in München ab. Die allgemeine öffentliche Mitgliederversammlung, die am 1. Juni in der Technischen Hochschule stattfand, wurde durch eine Ansprache des Vorsitzenden des Vereines, Generaldirektor Dr.-Ing. eh. W. Reuter, eröffnet, der als die eigentliche Ursache des Tiefstandes der deutschen Wirtschaft die Schuldlüge des Vertrages von Versailles kennzeichnete. Aus den sehr beachtenswerten Ausführungen sei folgendes angeführt:

„Auch der deutsche Maschinenbau steht wie alle übrigen Zweige unserer Wirtschaft unter dem Zeichen des uns neu zugefügten Unrechts, des Einbruches in weitere deutsche Gebiete und seiner Folgeerscheinungen. Rohstoffmangel, Brennstoffknappheit, zunehmende Arbeitslosigkeit, Verkehrsschwierigkeiten, kurz, die Lahmlegung von Industrie, Handel und Verkehr, nicht nur innerhalb des besetzten Gebietes, sondern auch im unbesetzten Deutschland sind die nächsten Auswirkungen dieses gewaltsamen Eingriffes unserer Gegner in unser politisches und wirtschaftliches Leben.

Die sichtbare Ursache zu dem heutigen Kampfe ist in dem Vertrage von Versailles zu suchen, der nicht nur uns, sondern der ganzen Welt den Frieden bringen sollte, aber tatsächlich durch seine innere Unwahrhaftigkeit Enttäuschungen, Unruhen und Unsicherheit, ja Streit unter den Vertragschließenden hervorgerufen hat. Es dürfte kaum irgendwo ein Staatsmann zu finden sein, der nicht die Unmöglichkeit der uns auferlegten Bedingungen des Versailler Vertrages erkennt, und trotzdem können wir keine Stimme von verantwortlichen Stellen außerhalb Deutschlands vernehmen, die diese Unmöglichkeit offen zugesteht, wenigstens solange nicht, als ihr Träger an maßgebender Regierungsstelle steht, während wir anderseits mehrfach beobachten konnten, daß zurückgetretene Minister offen ausgesprochen haben, daß von Deutschland Unmögliches verlangt wird. Woran liegt dieser Unterschied in der Stellungnahme derselben Staatsmänner? Er liegt an der traurigen Tatsache, daß es an Mut fehlt, den Völkern die Wahrheit zu sagen. Die Schuldlüge muß deshalb beseitigt werden, je schneller, desto besser."

Dr. Reuter konnte auf persönliche Erfahrungen im Auslande hinweisen, das nicht versteht, daß das deutsche Volk nichts zu seiner Entlastung unternimmt. Unsere ausländischen Freunde fordern als Unterstützung die Veröffentlichung aller zur Entlastung dienenden Unterlagen durch die deutsche Regierung. Erst wenn die Legende von der alleinigen Schuld Deutschlands am Weltkriege beseitigt ist, werden die Völker selber ein erhöhtes Interesse an der Regelung der deutschen Frage nehmen. Weiter wandte sich der Redner gegen die weitere von den Gegnern über Deutschland verbreitete Lüge von der angeblichen Blüte der deutschen Wirtschaft und dem mangelnden guten Willen der deutschen Regierung. Das Anerbieten des Reichsverbandes der deutschen Industrie an den Reichskanzler beweist den guten Willen der deutschen Industrie. Auch der Maschinenbau bekennt sich zur Mithilfe.

Der Vorwurf der Blüte der deutschen Industrie wird durch die überaus geringen Golderträgnisse der Aktiengesellschaften widerlegt. Wenn es hoch kommt, wird eine Goldmark als Dividende von den Unternehmungen gezahlt, das ist 0,1 vH des Aktienkapitals. Die deutsche Wirtschaft muß dazu übergehen, dies deutlicher als bisher in ihren Veröffentlichungen zum Ausdruck zu bringen, ebenso die ungeheuerlichen Zahlen der bisherigen Leistungen aus dem Versailler Vertrag.

Solange die Schuldlüge nicht beseitigt ist, stehen wir allein im Kampfe gegen das uns zugefügte Unrecht. Volk und Regierung müssen eines Willens sein, die Parteiunterschiede müssen fallen; Arbeitgeber und Arbeitnehmer müssen sich die Hand reichen. Auch im Wirtschaftsleben müssen die Beteiligten einheitlich vorgehen, um die Arbeit weiter zu vereinfachen und zu verbilligen und Arbeitslosigkeit fernzuhalten. Auch in der Verbandsorganisation muß diese Vereinfachung Platz greifen, durch Vermeidung von Doppelarbeit und durch Zusammenfassung kleiner Verbände zu größeren Gruppen. Wenn nicht sehr ökonomisch gearbeitet wird, zerfällt die Kraft des Volkes. Dr. Reuter schloß mit den Worten:

„Lasse ein jeder von uns, die wir hier vereinigt sind im Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten, sein Streben einstellen auf Aushalten in dem Kampfe, der uns unbewaffnetem Volke durch Überfall mitten im Frieden aufgezwungen wurde, und der geht um Deutschlands Freiheit und Bestehen. Ebenso wie die Gegensätze der verschiedenen Gesellschaftsklassen hinter der gemeinsamen Abwehr gegen das uns zugefügte Unrecht zurücktreten sollten, so sollten heute auch alle Stämme unseres lieben Vaterlandes in Nord und Süd der großen gemeinsamen Not gegenüber ein einig Volk von Brüdern sein. Mehr denn je gilt heute für jeden Deutschen sein Vaterland, sein Deutschland, Deutschland über alles."

Nach Ansprachen von Vertretern der Behörden und von Ehrengästen, anläßlich deren die Verleihung der Doktorwürde ehrenhalber seitens der Technischen Hochschule München an Dr.-Ing. ter Meer und die Ernennung des Baurats Dr. G. Lippart zum Geheimen Baurat verkündet wurden, ergriff Direktor Dr.-Ing. ter Meer von der Hannoverschen Maschinenbau-Akt.-Ges. das Wort zu seinem Vortrage über die Wirtschaftsfragen des deutschen Maschinenbaues. Die Bedeutung des deutschen Maschinenbaues geht weit üb die zahlenmäßig bei ihm Beschäftigten, die auf etwa 700 000 bis 800 0 Menschen geschätzt werden, hinaus, weil er allen andern Zweigen Wirtschaftslebens, der Industrie, dem Gewerbe, der Landwirtschaft, Maschinen und Werkzeuge liefert, um ihren Interessen unter Aufw dung der geringsten Mittel an Material und Menschenkraft gerecht werden. Das innere Absatzgebiet des Maschinenbaues ist durch unglücklichen Ausgang des Krieges und den damit verbundenen Gebie verlust Deutschlands erheblich eingeschränkt worden. Deshalb muß sich mit vermehrter Kraft der Ausfuhr zuwenden. Der Einfluß, den Geldentwertung auf die gesamte Volkswirtschaft ausübt, macht sich Maschinenbau besonders bemerkbar, weil bei ihm Aufträge, die sich ü viele Monate erstrecken, die Regel bilden und daher die Fragen, mit der Preisbildung und Zahlung zusammenhängen, außerordentl schwierig sind. Den gleichen Schwierigkeiten begegnet die einwa freie Festsetzung der Selbstkosten und Bilanzen.

Die gegenwärtigen Schwierigkeiten des Absatzes können nur du weitere Vervollkommnung der Hochwertigkeit, Preiswürdigkeit und V billigung der Ware behoben werden. Deshalb sind die Fragen der wi schaftlichsten Fertigung von ausschlaggebendem Einfluß. Auf dem (biete der Selbstkostenermittlung, der Selbstkostenberechnung und Bilanzierung liegen Aufgaben vor, deren Lösung zur Entlastung Einzelfirmen und zur Vermeidung von Mehrfacharbeit Sache der Fa verbände ist. Die Ausbildung des technischen Nachwuchses erford unverminderte Aufmerksamkeit und immer erneute Unterstützung dur Geld- und Unterrichtsmittel aus der Praxis. Alle diese Wirtschaf fragen harren zum großen Teil noch der Antwort. Das Gedeihen d deutschen Maschinenbaues, der allen deutschen Industrien durch sei Erzeugnisse die Mittel in die Hand gibt, wettbewerbfähig zu bleib ist nur dann gesichert, wenn Wissenschaft und Praxis verständnisv zusammenarbeiten und sich gegenseitig befruchten.

Aus dem Geschäftsbericht des Vereines Deutscher Maschinenba Anstalten über das Jahr 1922 seien noch folgende Angaben mitgetei

Die Maschineneinfuhr Deutschlands betrug im Jahre 19 mit 10 700 t nur rd. 2 vH der Maschinenausfuhr (1922 491 000 t), da der deutsche Maschinenbau in der Lage ist, den Bed Deutschlands an Maschinen fast restlos zu decken. Der Auftrag eingang ist im Laufe des Jahres 1922 immer stärker zurückgegange Das auf einen Beschäftigten entfallende Gewicht der Erzeu nisse ist nach den Feststellungen des Vereines Deutscher Maschine bau-Anstalten, die vielleicht nicht absolut genau, aber auf breit Grundlage nachgeprüft sind, im Durchschnitt des Jahres 1922 unter d Hälfte der Erzeugung vor dem Kriege herabgesunken. Das auf ein Beschäftigten entfallende Erzeugnisgewicht betrug 1910: 6,9 t; 191 6,9 t; 1912: 7,4 t; 1913: 7,7 t. Nach dem Kriege dagegen wurden ermitt im Jahre 1921: 4,0 t, im Jahre 1922: 3,9 t.

Auch im Jahre 1922 haben sich noch verschiedene bislang nic organisierte Zweige des Maschinenbaues zusammengeschlossen. D Zahl der im Maschinenbau bestehenden Fachverbände belief si Ende 1922 auf 143, sie umfassen rd. 300 Firmen und vertreten rd. 90 v der Erzeugung des Maschinenbaues. [W 214]

Mai.

Der Notenwechsel. Die am 2. Mai überreichte deutsc Note, die unmittelbar durch die bekannte Rede des englischen Auße ministers Lord Curzon veranlaßt war[1]), hat auf der Gegenseite keiner Anklang gefunden, vielmehr sind die deutschen Vorschläge in schro ster Weise zurückgewiesen worden. Frankreich und Belgien haben d Note von sich aus in kürzester Frist und in ungewöhnlich schroff Form beantwortet, wobei es beachtlich ist und in England starke Mi stimmung hervorgerufen hat, daß diese Antwort erst auf dringlich Ersuchen der englischen Regierung überhaupt vor der Absendung z Kenntnis gegeben wurde, ohne ihr die Möglichkeit einer Einflußnahn zu geben. Die englische Regierung hat dann die deutsche Note Form eines Briefes des englischen Außenministers Lord Curzon an de deutschen Botschafter in London am 13. Mai beantwortet. Sie wei in recht harten, aber immerhin streng sachlichen Worten auf die En täuschung hin, die das Ausland sowohl in bezug auf die angeboter Summe als namentlich in bezug auf die Unbestimmtheit der deutsche Garantien empfunden hat. Gleichwohl bahnt die englische Note dankenswerter Weise eine weitere Aussprache über diese Punkte a so daß die deutsche Regierung sich zu einer Ergänzung ihres Angebo genötigt sehen muß und zugleich in die Lage versetzt wird, eine solcl Ergänzung vorzunehmen. Italien hat ebenfalls am 13. Mai eine No überreicht, die sich im wesentlichen mit der Ablehnung der deutsche Vorschläge durch die andern Staaten deckt; Japan hat erklärt, in de deutschen Note keine befriedigenden Vorschläge erblicken zu könne im übrigen aber mangels eigenen unmittelbaren Interesses an diese Fragen sich einer ins einzelne gehenden Antwort enthalten.

Das Garantie-Angebot der deutschen Industrie. Um für die von der feindlichen Seite geforderte nähere Un schreibung der von Deutschland zu stellenden Sicherheiten eine Grun lage zu gewinnen, hatte der Reichskanzler von dem Reichsverban

[1]) Z. 1923 S. 471.

Deutsche Konjunkturtafeln.

Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. S. 47.

Verhältniswerte (Werte von 1913 = 1 gesetzt).

Letzte Werte:					
Ruhr-Fettstückkohle	vom 1. Juni	an 292 300 ℳ/t	Kupfer . . .	am 6. Juni	24 880 ℳ/kg
Stabeisen	vom 25. Mai	an 1 775 000 ℳ/t	Baumwolle .	am 6. Juni	52 869 ℳ/kg
Hämatit	vom 24. Mai	an 1 035 000 ℳ/t	Dollar . . .	am 6. Juni	77 000 ℳ/$

Aktienkennzahl am 1. Juni 4 497 800.

ır Deutschen Industrie ein Gutachten eingefordert, in welcher Weise :h die Industrie ihre Mitwirkung bei der Garantie einer umfassenden nleihe denke. Dieses Gutachten hat der Reichsverband am 25. Mai ›gegeben. Darin wird zunächst zum Ausdruck gebracht, daß für die iedergutmachungsverpflichtungen des Reiches lediglich das Reich s solches, nicht aber das Privateigentum haftbar sei, und daß der ıgriff des Staates auf das Privatvermögen eine rein innerdeutsche ngelegenheit, eine unmittelbare Haftbarmachung gegenüber dem Ausnd ausgeschlossen sei. Im innerdeutschen Verhältnis hat zunächst ır Staat selbst seine eigenen Kräfte aufs äußerste anzuspannen, erst ınn kommt für den Einzelnen „die selbstverständliche Verpflichtung Betracht, für das im Staat verkörperte Vaterland bis an die Grenze ır Tragfähigkeit einzutreten". Die hieraus folgenden Lasten will die ıdustrie tragen, wenn dadurch die Wiedergewinnung der politischen ıd wirtschaftlichen Freiheit erreicht werden kann; Voraussetzung ıfür aber ist, daß nunmehr für das Gesamtproblem der Wiedergutachung eine endgültige Lösung nach außen und nach innen gefunden ird.

Um die Leistungsfähigkeit des Staates voll nutzbar zu machen, muß die Substanz der staatlichen Vermögensbestandteile unversehrt erhalten bleiben, und sodann müssen die Staatsbetriebe nach privatwirtschaftlichen Grundsätzen umgestaltet und betrieben werden. Nach Meinung der Industrie wird es möglich sein, auf diesem Wege aus diesen Betrieben in abschbarer Zeit jährlich etwa 600 Millionen Goldmark, bei günstiger Entwicklung der Wirtschaft 1 Milliarde Goldmark und mehr herauszuwirtschaften.

Die Wirtschaft, und zwar ländlicher und städtischer Grundbesitz, Industrie, Handel und Bankgewerbe, kann nach Ansicht des Reichsverbandes unter Anspannung aller Kräfte neben den sonstigen schweren Lasten jährlich eine Zusatzgarantie bis zu 500 Millionen Goldmark auf die Dauer von 30 Jahren übernehmen im Weg einer Verpfändung ihres unbeweglichen Vermögens, dabei würde der Kapitalwert einer derartigen Jahresleistung die Hälfte des gegenwärtigen Verkaufswertes des gesamten privaten immobilen Besitzes überschreiten. Von dieser Garantiesumme will die Industrie 40 vH übernehmen, und zwar zunächst ohne Rücksicht auf das Kräfteverhältnis der einzelnen Wirt-

schaftsgruppen. Dieses Kräfteverhältnis muß möglichst bald und dann von Zeit zu Zeit festgestellt werden.

Äußerste Sparsamkeit im Innern, Mitarbeit des gesamten Volkes durch Intensivierung der Arbeitsleistung sind die Mittel, zu einem gleichbleibenden Stande der deutschen Währung zu gelangen, der die unbedingte Voraussetzung für langfristige Goldzahlungen eines verarmten Landes ist. Im Verkehr mit dem Auslande muß ein Zahlungsaufschub Deutschland die Möglichkeit gewähren, seine inneren Verhältnisse zu festigen, und ferner muß Deutschland im Verkehr mit dem Ausland und im Auslande selbst die volle Bewegungsfreiheit, so wie sie allen anderen Staaten gewährt ist, wieder zugebilligt werden.

Der Reichsverband nennt ferner als unerläßliche Voraussetzung für die Übernahme der erforderlichen Leistungen die „Fernhaltung des Staates von der privaten Gütererzeugung und -verteilung" in dem Sinne, daß die Kriegs- und Zwangswirtschaft aufgehoben, die Außenhandelsüberwachung — soweit sie nicht zur Sicherstellung einiger weniger lebenswichtiger Erzeugnisse für Volksernährung u. dgl. erforderlich und tatsächlich durchführbar ist — abgebaut, und daß alle Demobilmachungsbestimmungen aufgehoben werden; ferner, daß die Steuergesetzgebung im Sinne einer Hebung der Steuermoral und einer Wiedererweckung des Sparsinnes umgestaltet werde, um das Betriebskapital zu erhalten und die angemessene Neubildung von Privatkapital zur Erhaltung und Entwicklung der Wirtschaftbetriebe zu ermöglichen; endlich zur Steigerung der Arbeitsleistung bei grundsätzlicher Aufrechterhaltung des Achtstundentages eine Erhöhung der Tariffreiheit im Sinne der Vorarbeiten des Reichswirtschaftsrates, die Schaffung eines Arbeitszeitgesetzes und die Entlastung der Wirtschaft von unproduktiven Löhnen.

Naturgemäß hat dieses ausführliche Gutachten der Industrie mit seinen scharf ausgesprochenen Forderungen weithin größtes Aufsehen und weitgehende Beachtung erweckt und eine rege Kritik hervorgerufen.

Der Hansabund für Gewerbe, Handel und Industrie nennt in einem Rundschreiben an seine Mitglieder das Angebot des Reichsverbandes der Form nach nicht glücklich, er sieht aber „diese Denkschrift als eine gute Grundlage für die Lösung der gegenwärtigen Fragen an, vor allem insoweit, als es sich um die Festlegung der eigentlichen Garantie der deutschen Wirtschaft und um die zur Sicherung dieser Garantie notwendigen Pfandleistungen handelt". Er weist ferner auf die Notwendigkeit hin, daß „jetzt insbesondere die Vertretungen des mobilen Kapitals schnellstens erwägen, in welcher Form die Pfandleistungen da, wo Besitz an unbeweglichem Vermögen nicht vorhanden ist, sichergestellt werden können".

Neben dieser Stellungnahme einer großen Vertretung des Handels ist unter den übrigen Wirtschaftsgruppen eine Besprechung von Vertretern der Landwirtschaft beim Reichskanzler erfolgt, in der auch die Bereitschaft der Landwirtschaft zum Ausdruck gebracht worden ist, weitgehende Opfer auf sich zu nehmen, wobei auch von dieser Seite zur Voraussetzung gemacht wird, daß das Wiedergutmachungsproblem endgültig gelöst wird.

Wenn der Erweiterte Vorstand der Reichsgewerkschaft Deutscher Eisenbahnbeamter und -anwärter die Forderung des Reichsverbandes der Deutschen Industrie, daß „die Reichs- und Staatsbetriebe nach privatwirtschaftlichen Grundsätzen regeneriert und dauernd betrieben werden" sollen, in einer am 30. Mai angenommenen Entschließung so darstellt, als wenn damit auf eine Privatisierung der Staatseisenbahn hingewirkt werden soll, und erklärt, einem solchen Vorhaben mit allen Mitteln und unter Aufbietung aller gewerkschaftlichen Kräfte begegnen und eine Zerreißung des deutschen Reichseisenbahnnetzes niemals zulassen zu wollen, so ist eine Grundlage für eine derartige Befürchtung in dem Wortlaut der Denkschrift mindestens nicht gegeben. Der Reichsverkehrsminister hat es überdies für nötig gehalten, auch die Stellungnahme der berufenen Vertretungen der Beamten- und Arbeiterschaft zu den in Frage stehenden Problemen herbeizuführen; dementsprechend ist mit dem bei der Reichsbahnverwaltung bestehenden Organisationsausschuß in einer außerordentlichen Sitzung am 31. Mai im Reichsverkehrsministerium die Frage in dem Sinne geklärt worden, daß die Eisenbahnen grundsätzlich wie bisher als Reichsbetrieb weiter erhalten bleiben sollen.

Die Arbeiterschaft hat gegen die Denkschrift scharf Stellung genommen. Die Revierkonferenz des alten Bergarbeiterverbandes in Essen, der größten Organisation der Bergarbeiter, hat „mit Staunen und Entrüstung" in den Forderungen des Reichsverbandes „eine so starke Bedrohung dessen, was die Arbeiterschaft auf wirtschaftlich-sozialem Gebiet errungen hat, und somit eine so große Gefahr für eine vernünftige Entwicklung der Produktion" erblickt, daß der Verband der Bergarbeiter Deutschlands sich der Verwirklichung dieser Pläne mit allen Mitteln widersetzen wird.

Schließlich haben die Spitzenverbände der Freien und der Hirsch-Dunckerschen Gewerkschaften, der Allgemeine Deutsche Gewerkschaftsbund, der Allgemeine freie Angestelltenbund, der Allgemeine deutsche Beamtenbund und der Gewerkschaftsring deutscher Arbeiter-, Angestellten- und Beamtenverbände — also auffälligerweise nicht auch die christlichen Gewerkschaften — in einer ausführlichen Denkschrift an den Reichskanzler zu dem Angebot des Reichsverbandes Stellung genommen. Diese Denkschrift fordert zunächst neben der Verpfändung des unbeweglichen Vermögens auch die des beweglichen, und bemängelt im übrigen die Voraussetzungen, an die die Beteiligung der Industrie geknüpft wird. Auch wird das Angebot von jährlich 500 Millionen Goldmark als viel zu gering bezeichnet im Verhältnis zu dem von den Staatsbetrieben erwarteten Ertrag von 600 bis 1000 Mill. Goldmark. Die sofortige Aufhebung der Demobilmachungsvorschriften sei für di gesamte deutsche Wirtschaft untragbar. Die sozialen Verordnu über Erwerbslosenfürsorge, Arbeitszeitregelung, Tarifverträge, Sch tungswesen usw. beruhen auf Demobilmachungsrecht und werden Gesetzen abgelöst werden. Ihre sofortige Aufhebung sei unmög Mit besonderem Eifer wendet sich die Denkschrift sodann gegen Änderung des Achtstundentages, die sie von der Durchführung vom Reichswirtschaftsrat vorgesehenen Maßnahmen erwartet. Sie darin „nichts anderes als staatlichen Zwang auf die Arbeitnehmer völligen Einsetzung ihrer Arbeitskraft für quantitative und qualit Hebung der Produktion durch gesetzliche Verpflichtung zu mehr achtstündiger Tagesarbeit, unterstützt durch unbeschränktes En sungsrecht der Arbeitgeber". „Die Arbeitnehmer sind nicht gew durch Beseitigung des Achtstundentages und noch weitere He drückung ihrer Lebenslage die Reparationslasten zu tragen. Sie h den Achtstundentag, ihn werden sie sich zu erhalten wissen" — klingt diese Kundgebung aus, die weniger positiv zur Hilfe in der des Landes mitzuraten sucht, als negativ eine Abwehrstellung Verteidigung auch nur anscheinend bedrohter Rechte einnimmt.

Welchen Gebrauch die deutsche Regierung von dem Angebot Industrie und den sich daran anknüpfenden Erörterungen machen wie weit sie also die gemachten Vorschläge ihren weiteren Mittei gen an die Entente zugrunde legen wird, bleibt abzuwarten. neue deutsche Note wird in der ersten Hälfte des Juni erwartet

Die Ruhrbesetzung. Die Qual der besetzten Gebiete weiter. Willkür über Willkür häufen die Eindringlinge. Zum werden Gesetz und Rechte. Planmäßig werden die Führer der In strie verhaftet oder ausgewiesen, weil sie sich den willkürlichen, rec widrigen Bestimmungen der Besatzungstruppen nicht fügen, nicht eigene Vaterland verraten an die Gewalthaber, die im „Frieden" wüst in deutschem Lande hausen, als hätten wir noch den offe Krieg. Kriegsgerichte verurteilen im Frieden auf deutschem Bo deutsche Männer, und Verfahren und Urteil zeigen, wie wenig es Richtern darauf ankommt, Recht zu sprechen, sondern wie der ein Beweggrund die Zerschmetterung der Besiegten, die Niederbrech der Widerstandskraft des deutschen Volkswillens ist. Tief und lich meinte Frankreich das Volk der Ruhr, das ganze deutsche V die deutsche Industrie und ihre Arbeiter zu treffen, als sie die Di toren und den Aufsichtsratsvorsitzenden von Krupp zu jenen brut Freiheitsstrafen verurteilte, die Entsetzen und Abscheu in der gan Welt erregt haben; — vertritt doch der Name Krupp dem Ausland genüber immer noch jene Macht, die es gefürchtet hat, und die es fürchtet, wenn sie sich auch längst friedlichen Zwecken zugewa hat. Auch die bewußt brutale Ausweisung von Hunderten deutsc Eisenbahnerfamilien aus ihren Wohnungen — häufig mit einer F von 10 Minuten! — bezweckt natürlich keineswegs nur das Platzmac für die französischen Eisenbahner, die die französische Eisenbahnre für die kümmerliche und unsichere Aufrechterhaltung des Eisenba betriebes in den besetzten Gebieten braucht, sondern sie stellt eb falls eine der vielen gehässig ersonnenen Maßnahmen dar, die das V zur Verzweiflung und seinen Widerstand zum Erliegen bringen soll. Aber noch steht der deutsche Widerstand ungebeugt. Immer wie müssen die Franzosen feststellen, daß sie trotz aller Anstrengun nicht mehr als etwa 5000 bis 6000 t Kohle am Tage aus dem Ru gebiet ziehen können, und die Aussichten, selbst diese Mengen rechtzuerhalten, werden immer geringer, da man im wesentlichen die auf den Halden liegenden Bestände abfahren, nicht aber Fördermengen aus den Bergwerken ziehen kann.

Was die französischen Eindringlinge auf dem ursprünglich be sichtigten Wege nicht erreichen können, suchen sie mehr und m durch offenen Raub an sich zu bringen. So sind — als ein Beisp von vielen — in der Nacht zum 15. Mai die Höchster Farbwerke die Badische Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen besetzt und vorgefundenen Farbstoffe geraubt worden. Nach Angaben des „Mat können die abbeförderten Mengen auf 7000 t im Werte von mindest 200 Mill. Franken geschätzt werden. Auch bares Geld ist den fr zösischen Räubern in großer Menge in die Hände gefallen; insbeson ist es ihnen gelungen, am 27. Mai in der Reichsbank in Essen ni weniger als 96 Milliarden Mark zu erbeuten, die in Essen selbst gedru worden waren, weil es infolge der französischen Absperrung des Ru gebietes nicht mehr möglich war, aus dem unbesetzten Deutschla Geld einzuführen. Die Fortnahme dieser großen Geldsumme war um kritischer, als dadurch die gegen Ende des Monats fälligen Lohn- u Gehaltzahlungen in Frage gestellt wurden und die Erregung der hitzigen Lohnkämpfen stehenden, zum Teil bereits ausständigen Arb terschaft weiter gesteigert wurde.

Die Unsicherheit der Verhältnisse im Ruhrgebiet, namentlich Fehlen einer kräftigen staatlichen Aufsicht und einer Polizeimac hat leider ein Zusammenströmen von zahlreichen lichtscheuen E menten nicht nur aus Deutschland, sondern auch aus aller Herr Länder zur Folge gehabt. Dieses internationale Verbrechergesin macht sich die Notlage der hart ringenden Bevölkerung zunutze. Schwe Unruhen sind im Laufe des Monats an verschiedenen Stellen auf flammt, von kommunistischen Hetzern geschürt und zu politisch Zwecken ausgebeutet. In Gelsenkirchen, Bochum und Essen hab diese Unruhen zu umfangreichen Plünderungen, Aufständen u Kämpfen geführt; etwa 40 Tote sind zu beklagen, mehr als 300 me oder weniger schwer Verletzte liegen in den Krankenhäusern des R

[1]) Das neue deutsche Angebot ist inzwischen, wie unsre Leser ja erfahr haben, durch die Tageszeitungen bekanntgegeben worden. D. Schriftl

z. s. Ein weit ausgedehnter Ausstand der Bergleute und der Metall-
a iter ist durch eine im Durchschnitt 50prozentige Lohnerhöhung
z Abschluß gebracht worden, so daß in den letzten Tagen des Mo-
n i die Arbeit ziemlich überall wieder aufgenommen worden ist.

Rohstoffmangel. In weiten Kreisen der Industrie macht
si die Ruhrbesetzung je länger je mehr durch einen empfindlichen
M gel an Rohstoffen bemerkbar. Kohle, Walzeisen und nament-
li Maschinenguß fehlen. Die starken Anforderungen an Kohle
h en in England die Kohlenpreise empfindlich in die Höhe getrieben
(v gl. die Preistafeln in den V. d. I.-Nachrichten), und die ungeheuere
S gerung der Devisenkurse erschwert der deutschen Industrie den
B ug englischer Kohle weiter.

Die deutsche Kohleneinfuhr aus dem Auslande betrug

im Januar 1923	1,3 Mill. t,
im Februar 1923	2,2 Mill. t,
im März 1923	3,7 Mill. t,

si dürfte seither noch wesentlich gestiegen sein.

Infolge der Ruhrbesetzung wollte die Reichsregierung eine beson-
d e Kohlenreserve schaffen, um lebenswichtige Betriebe vor der Still-
l ng zu bewahren. Der Reichskohlenverband lehnte es ab, diese
A gabe zu übernehmen, das Rheinisch-Westfälische Kohlensyndikat
d egen erklärte sich zur Beschaffung der Vorräte und zu ihrer Ver-
t ung bereit. Die Regierung wollte die nötigen Pfundkredite zur Ver-
f ng stellen, die Importeure erklärten das jedoch für unwirtschaft-
li; sie hätten ihre großen Bezüge aus England bisher selbst finan-
zi en können und würden auch imstande sein, die gewünschte Reserve
v 200 000 bis 300 000 t als eisernen Bestand zur Verfügung zu halten.
A Grund eines Vertrages mit dem Reichswirtschaftsministerium
w de sodann durch die Importeure binnen zwei Tagen eine weit über
die geforderte hinausgehende Menge aufgebracht, eine Monopolisierung wurde so verhindert.

Die deutsche Valuta. Unaufhaltsam und unbekümmert um alle angeblichen oder tatsächlichen „Stützungsaktionen" ist der Dollar während des Monats Mai von rd. 30 000 ℳ auf rd. 70 000 ℳ gestiegen und hat diesen Aufstieg zu Anfang Juni zunächst bis auf nahezu 80 000 ℳ (amtlich 78 250 ℳ) am 2. Juni fortgesetzt. Obwohl es bei dem Ansteigen aller andern Auslandswerte nur ein beinahe selbstverständliches Sympton war, ist es doch weithin beachtet worden, daß am 30. Mai die österreichische Krone der deutschen Mark gegenüber wieder ihren Pariwert erreicht und ihn am 31. Mai bereits beträchtlich überschritten hat.

BÜCHERSCHAU.

I Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt z. Zt. **4200.**

T chenbuch für den Fabrikbetrieb. Unter Mitarbeit von O. Brandt,
. Dubbel, W. Franz, R. Hänchen, O. Heinrich, O. Kienzle, R. Kühnel,
. Lux, K. Meller, W. Mitan, W. Quack, E. Sachsenberg, H. R.
renkler herausgegeben von Prof. H. Dubbel. Berlin 1923, Julius
pringer. 883 S. mit 933 Abb. und 8 Tafeln. Preis geb. Gz. 15.

Die Herausgabe eines Sammelwerkes, worin der Leiter eines Fabrik-
b iebes das Wichtigste über technische Fragen findet, die ihm bei
s er Tätigkeit entgegentreten, entspricht einem dringenden Bedürfnis,
l aus der gesteigerten Bedeutung der wirtschaftlichen Betriebführung
i Rahmen der gesamten technischen Wissenschaften hervorgegangen
: Der Kreis der Fragen, die aber im Betrieb auftreten, ist so groß,
l die Hauptschwierigkeit bei der Schaffung eines Taschenbuches für
l Betrieb darin besteht, die behandelten Gebiete auf das Notwen-
d te zu beschränken und in der Art der Behandlung umfangreiche
S tembeschreibungen zu vermeiden, damit den viel wichtigeren Be-
t bserfahrungen breiterer Raum gewidmet werden kann.

Man darf erklären, daß dem Herausgeber des vorliegenden Buches
l Lösung der beiden Aufgaben gleich im ersten Wurf in vorbild-
l er Weise gelungen ist. Der Inhalt gliedert sich nach drei Haupt-
g ichtspunkten in Kraftbetrieb, Herstellung und Organisation und in
l age und Einrichtung der Fabriken, läßt also Nebenfragen, die nur
l besondere Industriezweige Bedeutung haben würden, ganz beiseite,
i bei der Bearbeitung jeder von diesen Hauptgruppen kann man
l tlich das Bestreben erkennen, dem Leser einen vollständigen Über-
b k über den neuesten Stand zu geben. Die Bearbeiter verlieren
s nicht in Einzelheiten, und so entgeht das Taschenbuch der Gefahr,
d i aus Rücksicht auf den beschränkten Raum wichtige Fragen uner-
ö rt bleiben.

Der Abschnitt Kraftbetrieb gliedert sich in die Unterabschnitte
(npfkessel, Gaserzeuger, Kraftmaschinen, elektrischer Kraftbetrieb
u l Kontrolle des Kraftbetriebes. Er umfaßt damit alle wichtigeren
b biete, die für den Kraftbetrieb der Fabriken in Betracht kommen,
u geht auch auf die Unterschiede der Bauarten, auf die Wahl der
l nnstoffe und namentlich auf Fragen der Wärmewirtschaft und Ab-
v meverwertung in ausreichendem Umfang ein. Die wichtigsten Meß-
v richtungen und ihre Handhabung, die Bedeutung des Belastungs-
u l des Ausnutzungsfaktors sind eingehend dargestellt. Angaben über
V brauchzahlen erleichtern die Beurteilung der bei Neuanlagen ab-
g gebenen Garantiewerte. Den Schluß dieses Abschnittes bildet ein
z ammenfassendes Kapitel über Betriebstatistik. Sehr wichtig sind
a h die Angaben über die Überwachung des Kraftbetriebes, denen
n Vordrucke für die Einrichtung eines solchen Dienstes auf vorhan-
d en Werken unmittelbar entnehmen kann.

Der sehr beachtenswerte Abschnitt Werkstoffe, mit dem der
z ite Hauptabschnitt über Herstellung und Organisation eingeleitet
w d, zeigt das Bestreben, dem Betriebsmann und Konstrukteur in
k appster Form das zu bringen, was er entsprechend der immer mehr
w hsenden Wichtigkeit der Materialkunde braucht, und dabei auch die
n uesten Fortschritte zu berücksichtigen. Unter „Abnahme" bringt der
V fasser dieses Abschnittes, Regierungsbaurat Dr.-Ing. R. Kühnel,
e rst eine Übersicht über die Verfahren zur Prüfung der Stoffestigkeit,
t rennt nach statischen und dynamischen Verfahren, dann eine kurze
E führung in die Herstellung von Gefügebildern (Schliffen) und zur
B obachtung der Schliffe. Unter „Verarbeitung" wird das Gießen und
L gieren behandelt und dabei der Versuch unternommen, dem Betriebsmann die ihm vielfach noch fremden Zustand-Schaubilder der Legierungen näher zu bringen. In fünf Kapiteln wird darauf die Weiterverarbeitung: das Recken, die Wärmebehandlung, das Schweißen, Löten und Nieten, das Spanabheben usw. behandelt. Die Teilung in diese fünf Abschnitte erscheint etwas willkürlich und nicht glücklich. Unter „Eigenschaften" der Werkstoffe, namentlich des Eisens und der Nichteisenmetalle, ist ebenfalls das Bestreben erkennbar, unter Heranziehung der letzten Forschungen der Wissenschaft auch die neuesten Fortschritte zu bringen, was sich u. a. besonders bei dem Abschnitt „Lagermetalle" zeigt, der auch die barium-, natrium- oder kalziumhaltigen Legierungen berücksichtigt. Auch den magnesium- und siliziumhaltigen Aluminiumlegierungen ist die gebührende Aufmerksamkeit erwiesen worden. Nicht ganz einverstanden kann man jedoch damit sein, daß auf S. 398 ein „Normblatt für Kupfer" wiedergegeben ist, das der NDI als fertiges Normblatt bisher noch nicht herausgegeben hat. Solche irreführende Angaben sollte man nach Möglichkeit vermeiden.

Im zweiten Hauptabschnitt sind sodann noch eingehend behandelt: Elektrisches Schweißen, Werkzeugmaschinen, Werkzeuge und namentlich Fabrikorganisation. Als Beispiel für die ausschließlich dem Betrieb angepaßte Darstellung sei erwähnt, daß in dem Kapitel Werkzeugmaschinen in keiner Weise auf die konstruktive Seite eingegangen wird, sondern nur die Auswahl, Aufstellung, Ausnutzung und Kraftbedarf der Werkzeugmaschinen behandelt sind. Der Abschnitt Fabrikorganisation ist in die Kapitel: Grundzüge der Fabrikorganisation, das Konstruktionsbureau, Normung, das Fabrikationsbureau und das Betriebsbureau unterteilt. Hier sind die Kapitel über Passungen und Normen besonders hervorzuheben. Große Sorgfalt ist dem Austauschbau und den Vorrichtungen zugewandt.

Der letzte Hauptabschnitt umfaßt Baukonstruktionen, Heizung, Lüftung, Entstaubung und Beleuchtung, Transmissionen, Werkstattförderwesen, Rohrleitungen, Elektrische Leitungen. Das Kapitel Baukonstruktionen behandelt nicht nur die Baustoffe und Bauelemente, sondern auch die Gebäudeformen, den inneren Ausbau der Fabriken, die Stellung der Gebäude zueinander und die Außenanlagen. Das Werkstattförderwesen, vom Standpunkt des Betriebsingenieurs gesehen, ist im vorliegenden Taschenbuch überhaupt zum ersten Mal im Zusammenhang dargestellt.

Ein sehr beachtenswertes Kapitel über den Wirkungsgrad von Fabrikanlagen schließt diesen Abschnitt ab, der zahlreiche praktische Winke nicht nur für die Neuanlage von Fabriken, sondern auch über die Behandlung bestehender Einrichtungen enthält. [B 1765]

Die Leistungssteigerung von Großdampfkesseln. Eine Untersuchung über die Verbesserung von Leistung und Wirtschaftlichkeit und über neuere Bestrebungen im Dampfkesselbau. Von Dr.-Ing. Fr. Münzinger. Berlin 1922, Julius Springer. 160 S. mit 173 Abb.

Münzinger hat seinen bekannten und geschätzten Veröffentlichungen aus dem Gebiete des neuzeitlichen Dampfkesselbaues mit dem vorliegenden Buch eine wertvolle Arbeit zugefügt. Er kommt darin zu der Anschauung, daß ein Kessel als Hochleistungskessel bezeichnet werden kann, wenn er einen im Verhältnis zur Heizfläche großen Rost, einen hohen Feuerraum, eine große, den vom Rost ausgesandten Wärmestrahlen ausgesetzte Heizfläche und einen guten Wasserumlauf hat. Rost, Feuerraum und bestrahlte Heizfläche müssen ferner so angeordnet sein, daß auch bei starker Heizflächenbelastung, hochwertiger Stein-

kohle und niederem Luftüberschuß Feuerraumtemperaturen von 1500 bis 1550° C nicht überschritten werden. Endlich müssen Länge und Anordnung der höchstbelasteten Wasserrohre so gewählt sein, daß der Wasserumlauf zu einer kräftigen Kühlung der Rohre ausreicht. Nach Untersuchung der Vorgänge im Feuerraum behandelt der Verfasser den Bau des Kesselgerüstes, die besonders bei Steilrohrkesseln so schwierige und so wichtige Einmauerung, den Wasserumlauf und die Ausnutzung der Abgase in Vorwärmern. Er wendet sich gegen die Überschätzung der Bedeutung „hoher Wirkungsgrade" und betont die Wichtigkeit von Betriebsicherheit, Einfachheit und hoher Lebensdauer, wobei er vor gewissen theoretisierenden Einflüssen warnt und an den gesunden Menschenverstand appelliert. Das Buch ist anregend geschrieben und sehr empfehlenswert. [B 1703] v. Lossow.

Die neue Schönheit. Von Not und Zukunft deutschen Stiles und Geschmackes von Otto Lademann. Charonverlag Berlin-Lichterfelde 1922.

Aus dem Inhalt: Naiver Geschmack, bewußter Geschmack. — Ausgesprochen deutsche Stilformen kennen wir kaum. — Der Griechenstil, ein Unglück für uns. — Die „Fürstenstile". — Der Verzierungswahn. — Stilhetze. — Die natürliche oder Handwerksschönheit. — Ein Kampf zwischen „Neuer Schönheit" und Renaissancestil. — Kann die deutsche Kunstgewerbe-Industrie gedeihen, wenn Künstler und Gewerbler getrennt marschieren? — Das Kunstschutzgesetz ein Hemmnis der Stilbildung. — Die Wissenschaft vom Schönen und das Volk.

Schon diese Stichworte aus dem Gesamtprogramm der Arbeit deuten den Gedankengang und die Fülle wertvoller Anregungen an, die ein Mann der Praxis mit gesundem Blick für praktische Kulturprobleme der Zeit in knapper, frischer Form bietet. Auf den ersten Blick scheint der herzhafte Kampf gegen unverstandene, auch heut noch vielfach in hohem Wert stehende historische Stiläußerlichkeiten unter einseitigen Voraussetzungen geführt. „Wir haben 400 Jahre lang die Zweckmäßigkeit immer hintan gehalten" — das gilt eigentlich hauptsächlich von der zweiten Hälfte des 19ten Jahrhunderts mit seinem wilden, immerwährendem Stilwechsel, aber von voraufgegangenen Zeiten vielfach nur insoweit, als man ihre ausgesprochenen „Stil"-Schöpfungen zum Vergleich heranzieht. Denn die „neue Schönheit", die „von innen heraus", zweckmäßig und zugleich schön gestalten soll — und beides läßt sich im Handwerk und Kunsthandwerk durchaus vereinigen — ist im Grunde natürliches Wiederaufleben des gesunden, unwandelbaren Geistes, der schlichtschönen Werken aller vergangenen Zeiten innewohnt. Auch die Zeit der „Fürstenstile" hat solche im bürgerlichen und bäuerlichen Handwerk in unausschöpfbarer Fülle geschaffen. Das weiß der Verfasser ebensogut wie jeder, der nicht nach dem manchmal besonders bunten Kleid, sondern nach dem eigentlichen Wesen alter Werke forscht und dabei Stilüppigkeiten von vortrefflichen, oft geradezu stillosen Alltagsaufgaben scheidet. Bei näherem Hinsehen versteht man ohne weiteres die treffliche Absicht des Verfassers, der allem „schönen Schein" ohne Zweck und Seele den Kampf ansagt und ihn am liebsten mit Stumpf und Stil ausgerottet wissen möchte, nachdem er in unserm Fühlen und Handeln so verheerend gewirkt hat. Gefordert wird ein bewußtes Zusammenwirken von Künstlern, Handwerk und Volk zur neuen allgemeinen Stil- (Geschmacks-) Bildung, wobei der Künstler als Pionier zu schaffen und der Kunsthandwerker als Anwalt des in Geschmacksfragen unsicher umhertastenden und nach zuverlässiger Führung geradezu lechzenden Volkes zu gelten hat. „Ein allgemeiner Stil kann nur durch Wiederholungen und immer wiederholte Überarbeitung entwickelt werden." Solch „Stil", frei von jeder individuellen Willkür, bildet also, wie ehedem, das einfach Typische natürlich heraus, bei dem die Schönheit „die höchste Blüte der Nützlichkeit" wird. Getrost und bescheiden soll dieser Stil Ausdruck der angewandten Kunst sein, nicht nach der hohen Kunst schielen — und hat doch als ein Ausdruck der „gottgegebenen Realitäten" das Zeug in sich, sich bis zu vollendeter Schönheit zu entwickeln.

Für ein noch ungeschriebenes, vom Verfasser dringlich gefordertes und wahrlich so nötiges Buch über die Grundlagen angewandter Kunst lassen sich kaum zuverlässigere Hinweise finden als in den Zeilen dieser kleinen, inhaltreichen Schrift. [B 1667] Lindner.

Lehrbuch der Technischen Mechanik. Von Prof. Dr.-Ing. Th. Pöschl. Berlin 1923, Julius Springer. 263 S. mit 206 Abb. Preis Gz. 6, geb. 7,25.

Kosmische Dynamik. Von Dr.-Ing. A. Nenning. München und Zürich 1923, Johannes Albert Mahr. 64 S. mit 8 Abb.

Lehrbuch der Bergbaukunde mit besonderer Berücksichtigung des Steinkohlenbergbaues. Von Prof. Dr.-Ing. e. h. F. Heise und Prof. Dr.-Ing. e. h. F. Herbst. 1. Bd. 5. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 626 S. mit 580 Abb. und 1 Tafel. Preis geb. Gz. 11.

Hilfsbuch für Metalltechniker. Von G. Buchner. 3. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 397 S. mit 14 Abb. Preis Gz. geb. 10.

Die Grundzüge der Werkzeugmaschinen und der Metallbearbeitung. Von Prof. F. W. Hülle. 1. Band: Der Bau der Werkzeugmaschinen. 4. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 180 S. mit 360 Abb. Preis Gz. 3.

Daß die vorliegende neue Auflage etwa zwei Jahre nach dem Erscheinen der vorherigen nötig geworden ist, beweist zur Genüge, daß das vorliegende Büchlein einem dringenden Bedürfnis entspricht. In der Tat bringt es auf knappstem Umfange die wesentlichsten Gesichtspunkte, die für den Ingenieur zur Kenntnis der Arbeitsweise und Bauart der wichtigsten Werkzeugmaschinen notwendig sind. Namentlich sind die baulichen Einzelheiten der Hilfsgetriebe sowie die Wirkungsweise der wichtigsten Maschinenarten an der Hand von Plänen so anschaulich dargestellt, daß sich auch der wenig Vorgebildete mit Leichtigkeit in das Gebiet hineinfinden kann. Mit Recht ist der Umfang der Berechnungen über Arbeitsbedarf und Geschwindigkeiten gegenüber den Beschreibungen zurückgestellt, da hierfür umfangreichere Lehrbücher vorhanden sind.

Der technische Verkauf. Von Ing. S. Herzog. Berlin und Wien 1923, Urban & Schwarzenberg. 506 S. mit 332 Vordrucken und 141 Abb. Preis geb. Gz. 23,10.

Der Wert des vorliegenden Handbuches dürfte weniger darin liegen, daß es als Lehrbuch für den Aufbau und den Betrieb einer Verkaufsorganisation dient, da sich diese selten von Grund auf aufbauen läßt, sondern zumeist aus vorhandenen Anfängen je nach dem Umstande entwickelt. Wohl aber dürften die zahlreichen Anleitungen zur Einrichtung von statistischen Nachweisungen im Bedarfsfalle dem Leiter eines solchen Unternehmens eine gewisse Handhabe bieten, ebenso wie die Vordrucke für Briefe, Fragebogen, Verträge und geschäftliche Mitteilungen im gegebenen Falle den Wert haben, daß unter Umständen wichtige Punkte nicht übersehen werden. Das vorliegende Buch ist natürlich nicht als erschöpfend, sondern nur als eine Unterstützung des in diesem Betriebe erfahrenen Geschäftsleiters anzusehen.

Die Selbstkostenberechnung im Fabrikbetriebe. Von O. Laschinski. 3. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 138 S. Preis Gz. 3,50, geb. 4,

Die neue Auflage ist insbesondere unter dem Gesichtspunkte bearbeitet, eine Berechnung der Selbstkosten auch bei der heutigen Unbeständigkeit der Währung zu ermöglichen. Um diesen Zweck zu erreichen, müssen die Herstellungskosten für jeden Auftrag unmittelbar nach seiner Beendigung angegeben werden können, so daß der Besteller in der Lage ist, bei der Bemessung des Preises auch die erhöhten Kosten der Wiederbeschaffung in angemessenem Umfang zu berücksichtigen.

Landwirtschaftliche Maschinen, Dreschmaschinen, Pressen, Lokomobil. Von G. A. Fischer und G. Voltz. Leipzig 1923, Oskar Lein. 84 S. mit 49 Abb. und 1 Tafel. Preis Gz. 1,5.

Caratteristiche costruttive delle turbine idrauliche negl' impianti attua. Von Ing. G. Gambardella. Neapel 1923, Francesco Lubrano. 131 S. mit 18 Abb.

Die Dampfkessel. Von F. Tetzner. 7. Aufl. bearb. von O. Heinrich. Berlin 1923, Julius Springer. 413 S. mit 467 Abb. und 14 Tafe. Preis geb. Gz. 8.

Die Maschinen der Flußfahrzeuge und der kleineren Seeschiffe, den Kessel und Hilfsmaschinen. Von Obering. S. Welsch. Ber 1923, „Schiffbau". 315 S. mit 251 Abb. und 91 Zahlentafeln. Pr Gz. 3,50, geb. 4.

Das Werk gibt eine gedrängte, leicht verständliche Übersicht über die bisher für Flußfahrzeuge gebräuchlichen Dampfmaschinenanlage. Auf Verbrennungsmotoren wird nicht eingegangen, wohl aber auf die Antriebmittel Rad und Schraube. Alle nicht unbedingt erforderlichen theoretischen Ableitungen sind weggelassen worden; Wert wurde dagegen auf Zahlentafeln über ausgeführte Anlagen gelegt, denen man die Hauptmaße und das Gewicht entnehmen kann. Einige Abbildungen sind über das zulässige Maß verkleinert worden.

Wissenschaftliche Forschungsberichte, Naturwissenschaftliche Rei Band IV: **Die drahtlose Telegraphie und Telephonie.** Von Dr. P. Lertes. 2. Aufl. Dresden und Leipzig 1923, Theodor Steinkopf. 200 S. mit 48 Abb. Preis Gz. 3,5.

Moedebecks Taschenbuch für Flugtechniker und Luftschiffer. V R. Süring und K. Wegener. 4. Aufl. Berlin 1923, M. Kray 920 S. mit 326 Abb. Preis geb. Gz. 10.

Die neue Auflage dieses seit Jahren bekannten Taschenbuches, die zum ersten Male die großen Veränderungen auf dem Gebiete der Luftfahrt seit 1909 berücksichtigt, kennzeichnet sich durch den Umfang, den das Gebiet der Flugzeuge im Verhältnis zum Gesamtinhalt des Buches einnimmt. Die einschlägigen Abschnitte behandeln die Grundgesetze der Aerodynamik nach dem heutigen Stande der Tragflügellehre, Bauart und Betriebsbedingungen der Motoren für Luftfahrzeuge, die mechanischen Verhältnisse des Flugzeuges bei verschiedenen Flugzuständen sowie die bauliche Entwicklung der Flugzeuge für militärische und Verkehrszwecke. Beachtenswert ist auch ein kürzerer Abschnitt über Segelflugzeuge und ihre Vorgeschichte.

Volckmanns Bibliothek für Flugwesen, Band 15: **Vom Gleitflug zum Segelflug.** Von G. Lilienthal. Charlottenburg 1923, C. J. E. Volckmann Nachf. G. m. b. H. 159 S. mit 36 Abb. Preis Gz. 2.

Die willkürlich bewegbare künstliche Hand. Von Prof. F. Sauerbruch und Prof. ten Horn. Berlin 1923, Julius Springer. 249 mit 230 Abb. Preis Gz. 12, geb. 14,5.

Aus Natur und Geisteswelt, Bd. 694: **Die Schreibmaschine und das Maschinenschreiben.** Von H. Scholz. Leipzig und Berlin 192 B. G. Teubner. 110 S. mit 39 Abb. Preis Gz. 1,3, geb. 1,6.

Leitfaden für das Maschinenzeichnen. Von Dipl.-Ing. K. Sauer 2. Aufl. Berlin 1923, Julius Springer. 64 S. mit 159 Abb. Preis Gz. 1,

Das Buch dient der Unterweisung des Schülers im Anfertigen von Maschinenzeichnungen. Ausgehend von Handrissen einfacher Maschinenteile werden die Regeln für die Herstellung von Konstruktionszeichnungen an Hand treffender Beispiele vorgeführt und erläutert, wobei unrichtig durchgeführte Beispiele zur Hervorhebung der wesentlichen Merkmale vielfach angefügt werden. Das Einschreiben der Maße wird besonders eingehend behandelt.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

★ SCHRIFTLEITER: D. MEYER ★

NR. 25 | SONNABEND, 23. JUNI 1923 | BD. 67

INHALT:

Der Stand der Passungsfrage in Deutschland und im Auslande.

Von Oberingenieur K. Gramenz, Berlin-Südende.

Die Bedeutung der Passungsfrage für die wirtschaftliche Fertigung ist durch die Normungsarbeiten mehr als bisher betont worden. Die Aufstellung von Passungsnormen war daher eine der wichtigsten und ersten Arbeiten der Normenausschüsse in den verschiedenen Ländern. Die deutschen Passungsnormen sind abgeschlossen und werden mit den in anderen Ländern vorgeschlagenen oder angenommenen Passungssystemen verglichen.

Ein Grundsatz wirtschaftlicher Fertigung ist die Herstellung von Maschinen und Maschinenteilen in Reihen oder Massen. Voraussetzung hierfür ist die Austauschbarkeit maschinenfertiger Teile, d. h. die von der Werkzeugmaschine ommenden Teile sollen ohne Nacharbeit von Hand wahllos zummengefügt eine befriedigende, den Betriebsverhältnissen entrechende Passung ergeben. Dies wird erreicht durch die Anendung von Grenzlehren. Lange Jahre — die erste Veröffentchung in dieser Zeitschrift[1]) über Passungen und Grenzlehren ar der Vortrag des damaligen Ingenieurs G. Schlesinger über Das Messen in der Werkstatt und die Herstellung austauschrer Teile" — war das Anwendungsgebiet der Grenzlehren der inere Maschinenbau, besonders der Werkzeugmaschinenbau nd der Kraftfahrzeugbau. Dies hatte seinen Grund darin, daß e in den verschiedenen bestehenden Passungssystemen festgegten Toleranzen zu hohe Anforderungen an die Fertigung stelln, deren Einhaltung für die Zwecke des allgemeinen und des robmaschinenbaues vielfach unwirtschaftlich, wenn nicht unöglich gewesen wäre.

Mit dem Einsetzen der Normung für die Gesamtindustrie gab sich aber die Notwendigkeit, auch für diejenigen Zweige s Maschinenbaues, die bis dahin nicht nach Grenzlehren gebeitet hatten, Passungen einzuführen, und zwar solche, deren oleranzen auch im Rahmen einer weniger sorgfältigen Fertiing und mit nicht ganz erstklassigen Werkzeugmaschinen und erkzeugen einzuhalten sind. Denn die Normung kann nur ann den erwarteten wirtschaftlichen Vorteil bringen, wenn die Massen hergestellten Normteile am Verwendungsort auch irklich ohne Nacharbeit passen, d. h. mit den Gegenstücken ahllos gegeneinander ausgewechselt werden können.

Eine der ersten und wichtigsten Aufgaben des deutschen ormenausschusses (NDI) war daher die Aufstellung von Pasingsnormen, die nicht nur für den feineren Maschinenbau, sonrn auch für den allgemeinen und gröberen Maschinenbau die ertigung nach Grenzlehren und die Herstellung austauschbarer eile nach gröberen Toleranzen gestatten. Das Ergebnis dieser rbeiten, die als ein Musterbeispiel deutscher Gründlichkeit und issenschaftlichkeit anzusehen sind und die durch eine Fülle on wertvollen Aufsätzen in allen führenden Zeitschriften beuchtet worden sind, liegt nunmehr abgeschlossen vor; es ist isammenfassend behandelt im Dinbuch 4, Passungen, bearbeitet om Verfasser des vorliegenden Aufsatzes.

Auch im Ausland ist in den hochentwickelten Industrieaaten natürlich ebenso wie in Deutschland seit Jahrzehnten ach Grenzlehren gearbeitet worden und überall scheint mit den origen Normungsarbeiten die Notwendigkeit erkannt worden zu in, auf Grund der vorliegenden Erfahrungen die bestehenden Passungssysteme einer gründlichen Überarbeitung zu unterziehen, sie den heutigen Bedürfnissen in der Fertigung anzupassen und durch ein einheitliches Passungssystem wenigstens innerhalb der Landesgrenzen die Grundlagen für einen allgemeinen Austauschbau von Fabrik zu Fabrik zu schaffen. Während in Deutschland diese Arbeiten bereits abgeschlossen sind, befinden sie sich in anderen Ländern noch mehr oder weniger in der Entwicklung. Für die deutsche Industrie ist natürlich von Interesse, zu wissen, wie sich die ausländische Industrie zu den Passungsfragen einstellt und wieweit sie gleiche oder ähnliche Wege geht wie der deutsche Normenausschuß. Auch für das Ausland dürfte eine vergleichende Zusammenstellung der Passungssysteme der verschiedenen Länder wertvoll sein.

Nachstehend sind die aus dem Auslande vorliegenden Mitteilungen über die Arbeiten in Passungsfragen — zum Teil sind es noch Vorschläge, zum Teil bereits angenommene Normen — zusammengestellt und mit den deutschen Passungsnormen verglichen.

Deutschland. Die Dinormen enthalten zwei Passungssysteme, Einheitsbohrung und Einheitswelle. Der Aufbau der beiden Systeme ist in Abb. 1 und 2 für den Durchmesserbereich 50 bis 80 mm dargestellt. Er unterscheidet sich von den bisher meist gebräuchlichen Passungssystemen durch die Lage der Nullinie, das ist in der graphischen Auftragung die dem Nennmaß entsprechende Linie. Während diese bisher vorwiegend entweder Symmetrielinie für die Bohrungstoleranz im Einheitsbohrungssystem oder für die Wellentoleranz im Einheitswellensystem war, ist sie bei den Dinpassungen untere Begrenzung für die Bohrungstoleranz im System Einheitsbohrung und obere Begrenzung für die Wellentoleranz im System Einheitswelle. Hierdurch wird die Austauschbarkeit von einem Gütegrad zum anderen ermöglicht. Um den Bedürfnissen der verschiedenen Fertigungsgebiete zu entsprechen und austauschbare Fertigung nach Grenzlehren auch da zu ermöglichen, wo die Einhaltung enger Toleranzen durch die Betriebsverhältnisse nicht bedingt und unwirtschaftlich sein würde, sind in den Dinpassungen vier Gütegrade unterschieden:

Edelpassung mit . . . . . 5 Sitzen,
Feinpassung mit . . . . . 10 Sitzen,
Schlichtpassung mit . . . . 3 Sitzen,
und Grobpassung mit . . . 3 Sitzen.

Während die Edelpassung nur für die Ruhesitze und den Gleitsitz des Präzisionsmaschinenbaues mit höchsten Genauigkeitsanforderungen vorgesehen ist, kommt die Feinpassung mit den Ruhesitzen für den normalen Maschinenbau und mit den Laufsitzen für den feineren Maschinenbau in Betracht. Schlicht- und Grobpassung finden im gröberen Maschinenbau Anwendung besonders da, wo gezogener Werkstoff ohne besondere Bearbeitung

[1]) 1903 Bd. 47 S. 1379 u. f.

als glatte Welle verwendbar ist. Spiele und Toleranzen wachsen mit dem Durchmesser D, und zwar proportional $\sqrt[3]{D}$. Als Einheit ist 0,005 $\sqrt[3]{D}$ gewählt. Dieser Wert wird als Paßeinheit PE bezeichnet. Durch den einheitlichen Aufbau der Toleranzen und Spiele nach dieser Paßeinheit wird eine klare Übersichtlichkeit über die verschiedenen Sitze und Gütegrade erreicht, da durch Einführung der Paßeinheit die graphische Auftragung des Paßsystems unabhängig vom Durchmesser erfolgen kann. Hierin liegt ein Unterschied der Dinpassungen gegenüber den Paßsystemen anderer Länder, die die Spiele proportional $\sqrt[2]{D}$ oder $\sqrt[3]{D^2}$ gestuft haben, während die Toleranzen ebenfalls nach $\sqrt[3]{D}$ festgelegt sind. Da in diesen Fällen Toleranzen und Spiele nicht nach einheitlichem Maßstab gemessen werden, ist die graphische Auftragung auch nur für einen bestimmten Durchmesserbereich möglich. Gewählt ist in den nachfolgenden Abbildungen zum Vergleich der verschiedenen Passungssysteme der Durchmesserbereich 50 bis 65 bzw. 80 mm. In Abb. 1 und 2 ist neben der Millimeterteilung auch noch der Maßstab in Paßeinheiten angegeben. Beim Preßsitz und Schrumpfsitz sind die Übermaße nicht nach der $\sqrt[3]{D}$ gestuft, sondern sie steigen stärker an, so daß diese beiden Sitze aus dem einheitlichen Aufbau der übrigen Sitze herausfallen.

Die vier Gütegrade unterscheiden sich nun durch die Größe der Herstellungstoleranzen für die Werkstücke wie folgt: In der Edelpassung betragen Wellen- und Bohrungstoleranz je eine Paßeinheit. Die Wellentoleranz ist auch in der Feinpassung mit 1 PE festgelegt. Für die schwieriger herzustellende Bohrung ist in der Feinpassung die Toleranz mit 1,5 PE gewählt. In der Schlichtpassung beträgt die Toleranz 3 und in der Grobpassung 10 PE. Bei den Sitzen mit großem Spiel wurde in der Fein- und Schlichtpassung den Wellen aus dem System Einheitsbohrung und den Bohrungen aus dem System Einheitswelle eine etwas größere Toleranz zugestanden, um bei diesen gegen Spielschwankungen nicht so empfindlichen Sitzen die Herstellung der Werkstücke nach Möglichkeit zu erleichtern.

Zur Kennzeichnung der Sitze werden die großen Buchstaben des Alphabets genommen, die der wortmäßigen Bezeichnung der Sitze entsprechen; die Gütegrade sind durch entsprechende kleine Buchstaben gekennzeichnet, mit Ausnahme der Feinpassung, die kein besonderes Kennzeichen erhält. Die festgelegten Kurzzeichen sind für die Sitze von Einheitsbohrung und Einheitswelle gleich. Sie sind wiedergegeben in Tafel 1.

Als Bezugstemperatur für die Lehren ist 20 °C festgesetzt.

Tafel 1. Bezeichnung der Gütegrade und Sitze der DIN-Passungen.

Gütegrad	Einheitsbohrung		Sitzbezeichnung	Einheitswelle	
	Bohrung	Wellen		Bohrungen	Welle
Edelpassung	*eB*		Ruhesitze		*W*
		F	Edelfestsitz	*eF*	
		T	Edeltreibsitz	*eT*	
		H	Edelhaftsitz	*eH*	
		S	Edelschiebesitz	*eS*	
			Bewegungssitz		
		G	Edelgleitsitz	*eG*	
Feinpassung	*B*		Ruhesitze		*W*
		P	Preßsitz	*P*	
		F	Festsitz	*F*	
		T	Treibsitz	*T*	
		H	Haftsitz	*H*	
		S	Schiebesitz	*S*	
			Bewegungssitze		
		G	Gleitsitz	*G*	
		EL	Enger Laufsitz	*EL*	
		L	Laufsitz	*L*	
		LL	Leichter Laufsitz	*LL*	
		WL	Weiter Laufsitz	*WL*	
Schlichtpassung	*sB*		Bewegungssitze		*sW*
		sG	Schlicht-Gleitsitz	*sG*	
		sL	Schlicht-Laufsitz	*sL*	
		sWL	Weiter Schlichtlaufsitz	*sWL*	
Grobpassung	*gB*		Bewegungssitze		*gW*
		g1	Grobsitz *g1*	*g1*	
		g3	Grobsitz *g3*	*g3*	
		g4	Grobsitz *g4*	*g4*	

Schweiz. Die Normen des VSM-Normalienbureaus[1]) weisen wie die Dinormen zwei Passungssysteme auf. Der Aufbau der beiden Systeme Einheitsbohrung und Einheitswelle i[st] für den Durchmesserbereich 50 bis 80 (65) mm in Abb. 3 und [4] dargestellt. Auch bei den VSM-Normen ist die Nullinie die unte[re] Begrenzung der Bohrungstoleranz im Einheitsbohrungssystem un[d] obere Begrenzung der Wellentoleranz im Einheitswellensystem. Unterschieden werden 4 Gütegrade, bezeichnet als 1., 2., 3. u[nd] 4. Qualität. Unterlagen liegen z. Z. für die 1. bis 3. Qualität vo[r], die für die 2. Qualität bereits als genehmigte Normblätter herau[s]gegeben sind. Zur Bezeichnung der Sitze und Lehren dienen d[ie] großen Buchstaben des Alphabets, und zwar für die Sitze der Ein[heitsbohrung] die Buchstaben der ersten Hälfte, also A, B, C us[w.] und für die Sitze der Einheitswelle die Buchstaben der zweite[n] Hälfte, also M, N, O usw. Da die Einheitswelle gleich der Glei[t]sitzwelle, System Einheitsbohrung, und die Einheitsbohrun[g] gleich der Gleitsitzbohrung, System Einheitswelle, ist, wird di[e] Einheitsbohrung mit T, dem Zeichen für die Gleitsitzbohrung, und die Einheitswelle mit G, dem Zeichen für die Gleitsitzwelle bezeichnet. Eine Übersicht über die festgelegten Bezeichnunge[n] gibt Tafel 2.

Tafel 2. Bezeichnung der Gütegrade und Sitz[e] der VSM-Passungen.

Gütegrad	Einheitsbohrung		Sitzbezeichnung	Einheitswelle	
	Bohrung	Wellen		Bohrungen	Welle
1. Qualität	T_1		Ruhesitze		G_1
		K_1	Festsitz	X_1	
		J_1 } J_0 }	Haftsitz	V_1	
		H_1	Schiebesitz	U_1	
			Bewegungssitze		
		G_1	Gleitsitz	T_1	
		F_1	Laufsitz	S_1	
2. Qualität	T_2		Ruhesitze		G_2
		K_2	Festsitz	X_2	
		H_2	Schiebesitz	U_2	
			Bewegungssitze		
		G_2	Gleitsitz	T_2	
		F_2	Laufsitz	S_2	
		E_2	„	R_2	
		D_2	„	P_2	
		C_2	„	O_2	
		B_2	„	N_2	
		A_2	„	M_2	
3. Qualität	T_3		Ruhesitze		G_3
		J_3	Klemmsitz	V_3	
		H_3	Schiebesitz	U_3	
			Bewegungssitze		
		G_3	Gleitsitz	T_3	
		E_3	Laufsitz	R_3	
		C_3	Laufsitz	O_3	

In der 1. Qualität, Einheitsbohrung, sind 4 Ruhesitze, 1 Gleitsitz und 1 Laufsitz vorgesehen und in der Einheitswelle 3 Ruhesitze, 1 Gleitsitz und 1 Laufsitz; es fehlt für die Einheitswelle ein Sitz entsprechend dem Treibsitz in den Dinpassungen. Die Dinpassungen haben in der Edelpassung keinen Laufsitz. Be[i] Bedarf ergibt sich derselbe im System Einheitsbohrung, wenn di[e] Welle für den engen Laufsitz der Feinpassung in die Edelbohrung gesteckt wird. Er wurde aber nicht genormt, da beim Laufsitz di[e] Einhaltung der engen Toleranz der Edelbohrung nicht erforde[r]lich und die geringe Vergrößerung der Paßtoleranz, die sich au[s] Anwendung der Feinpassungsbohrung ergibt, beim Laufsitz zu[]lässig erscheint.

Einen Überblick über den Verlauf der Abmaße für die ver[]schiedenen Durchmesser und einen Vergleich über das Verhält[]nis der Toleranzen und Spiele für die Sitze der 1. Qualität de[r] VSM-Passungen einerseits und der Dinpassungen andererseit[s] zeigt Abb. 5, a bis f. Die 1. Qualität der VSM-Passungen geh[t] bis 250 mm Dmr., während die NDI-Edelpassung nur bis 120 mm Dmr. festgelegt ist. Der Vergleich ist dementsprechend auch nu[r] bis 120 mm durchgeführt. Die Bohrungstoleranz T_1 der VSM-Normen ist durchweg etwas geringer als die der Edelbohrung de[r] Dinpassungen; über 120 mm Dmr. steht in den Dinpassunge[n] sogar nur die Feinpassungsbohrung mit der 1½fachen Toleran[z] der Edelbohrung zur Verfügung. Die Wellentoleranzen de[r] VSM-Passungen 1. Qualität sind sogar bedeutend geringer als di[e] der Dinpassungen. Aus diesen geringeren Toleranzen ergibt sic[h] natürlich bei den VSM-Passungen auch eine geringere Paßtole[]ranz, d. h. geringere Spielschwankung, die ja in der Edelpassung nur erwünscht und erstrebenswert ist. Den Anforderungen, di[e] an die Austauschbarkeit von Gegenstücken zu Kugellagern (Ge[]häuse und Wellen) gestellt werden, dürfte daher die 1. Qualitä[t] der VSM-Passungen besser gerecht werden, als die NDI-Edel[]passung. Das Einhalten so enger Toleranzen, wie sie die VSM-Passungen in der 1. Qualität vorschreiben, dürfte aber außer

[1]) Normalienbureau des Vereins Schweizerischer Maschinenindustrieller.

1) vom NDI nicht genormt
2) Uebermaße nicht nach PE gestuft

Toleranzgebiet { der Bohrung / der Welle

Abb. 1. NDI-Passungen, Einheitsbohrung. Durchmesserbereich 50 bis 80 mm.

1) von NDI nicht genormt
2) Uebermaße nicht nach PE gestuft

Toleranzgebiet { der Bohrung / der Welle

Abb. 2. NDI-Passungen, Einheitswelle. Durchmesserbereich 50 bis 80 mm.

rdentlich schwierig sein und selbst an besteingerichtete Werkstätten allerhöchste Anforderungen stellen. Auch in Deutschland ist in einigen Fertigungsgebieten das Bedürfnis nach noch ngeren Toleranzen, als sie die Edelpassung gewährt, vorhanen, z. B. im Kugellagerbau und im Preßluftwerkzeugbau. Der llgemeine Maschinenbau, selbst der bessere, dürfte aber zur Erielung einwandfreier Ruhesitze mit der Edelpassung, vielfach uch mit der Feinpassung auskommen.

In der 2. Qualität der VSM-Passungen sind nur zwei uhesitze, nämlich ein leichter Festsitz bzw. Treibsitz, in den 'SM-Normen als Festsitz bezeichnet, und ein Schiebesitz voranden. Die Dinpassungen weisen auch in der Feinpassung ohne en Preßsitz, für den eine entsprechende VSM-Norm noch nicht orzuliegen scheint, vier Ruhesitze wie in der Edelpassung auf. ußer dem Gleitsitz sind in der 2. Qualität der VSM-Passungen och 6 Bewegungssitze vorgesehen, zwei davon mit sehr reichchem Spiel, wie es bei den Dinpassungen nur in der Schlichtnd Grobpassung vorkommt. Auch für die Dinpassungen war unächst die Aufstellung von Laufsitzen mit sehr großem Spiel eabsichtigt, doch wurde davon Abstand genommen aus der Erägung heraus, daß bei so großen Spielen die Einhaltung der ngen Toleranzen der Feinpassung nicht gefordert zu werden raucht und die geringe Vergrößerung der Paßtoleranz, die sich us einer Vergrößerung der Toleranzen für die Werkstücke ergibt, nicht schädlich ist, so daß sich im Interesse der Wirtschaftchkeit in Fällen, in denen großes Spiel gefordert wird, der bergang zur Schlicht- bzw. Grobpassung empfiehlt.

Der Vergleich der Sitze der 2. Qualität der VSM-Passungen it denen der NDI-Feinpassung in Abb. 6, a bis i, zeigt, daß die ohrungstoleranz T_2 der VSM-Passungen durchweg etwas größer st als die der Feinpassungsbohrung des NDI; die Abmaße zeigen ber annähernd gleichen Verlauf. Auch für die Abmaße der Vellen der Sitze D_2 bis K_2 der VSM-Normen bzw. T bis LL der inormen trifft dies zu. Bei den Ruhesitzen und besonders beim leitsitz ist die Wellentoleranz in der 2. Qualität der VSM-Passunen etwas geringer als in der NDI-Feinpassung, und in den Laufsitzen zeigt sich im Verlauf der Abmaßkurven, daß bei den VSM-Passungen die Stufung der Spiele nicht mehr dem Gesetz der $\sqrt[3]{D}$ folgt, sondern wahrscheinlich in Annäherung an $\sqrt[2]{D}$ festgelegt ist, so daß sich für die größeren Durchmesser größere Spiele als bei den Dinpassungen ergeben.

Für die Darstellung der 3 weitesten Sitze mußte ein kleinerer Maßstab, $^1/_5$ dessen für die anderen Sitze, gewählt werden. Hier zeigt sich deutlich das Bestreben, die Spiele in linearem Verhältnis zum Durchmesser anwachsen zu lassen, wodurch sich für die größeren Durchmesser natürlich ganz erheblich größere Spiele ergeben als bei den Dinpasungen. So geht der bis etwa 180 mm Dmr. mit dem Dinsitz WL gleichverlaufende Sitz C_2 im Bereich der größeren Durchmesser in den weiten Schlichtlaufsitz der Dinpassungen über. Die Sitze B_2 und A_2 der VSM-Passungen entsprechen besonders bei den größeren Durchmessern im Spiel den Sitzen der NDI-Grobpassung. Die Abbildungen 6, h und i, zeigen deutlich, wie gering die Toleranz der Werkstücke im Verhältnis zum Spiel ist und wie wenig dieses durch eine Vergrößerung z. B. auf die Toleranzen der NDI-Schlichtpassung verändert werden würde.

In der 3. Qualität enthalten die VSM-Passungen neben drei Bewegungssitzen noch einen Klemmsitz und einen Schiebesitz. In den Dinpassungen wurde von der Aufstellung derartiger Ruhesitze in der Schlichtpassung Abstand genommen, weil die großen Toleranzen der Werkstücke die Erreichung des beabsichtigten Sitzes zu sehr in Frage stellen. Der VSM-Schiebesitz H_3 kann für 50 mm Dmr. z. B. bei stärkster Welle und engster Bohrung ein Übermaß von 30 μ ergeben, das entspricht dem unteren Übermaß des NDI-Preßsitzes der Feinpassung. Falls in der Schlichtpassung Ruhesitze erzielt werden sollen, wird in den Dinormen empfohlen, eines der Werkstücke nach den Lehren für den entsprechenden Sitz der Feinpassung zu bearbeiten. Hierdurch werden die gerade bei Ruhesitzen besonders unangenehmen großen Spielschwankungen, die sich aus der Anwendung

Abb. 3 VSM-Passungen, Einheitsbohrung, Durchmesserbereich 50 bis 65 mm.

von Schlichtpassungslehren für beide Werkstücke ergeben, wenigstens etwas beschränkt und erreicht, daß die Sitze nicht fester werden können, als in der Feinpassung, im allgemeinen aber natürlich lockerer ausfallen werden.

Die Abb. 7, a bis e, zeigen, daß die Abmaße der VSM-Bohrung T_3 fast genau mit der Schlichtbohrung der Dinpassungen übereinstimmen. Auch die Wellen für den Gleitsitz G_3 und für den Laufsitz E_2 der VSM-Passungen stimmen im Verlauf der Abmaße fast genau mit den Wellen für den Schlichtgleitsitz und den Schlichtlaufsitz der Dinpassungen überein. Beim VSM-Sitz C_3 hingegen macht sich über 180 mm Dmr. wieder das starke Anwachsen der Spiele nach $\sqrt[2]{D}$ bemerkbar, wodurch der Sitz C_3, der bis 180 mm Dmr. sehr gut mit dem weiten Schlichtlaufsitz der Dinpassungen übereinstimmt, wieder in die Spiele der Grobpassung hineinfällt. In seinem Kleinstspiel stimmt dieser Sitz C_3 mit dem Sitz C_2 der 2. Qualität überein.

Zusammenfassend kann aus dem Vergleich der VSM-Passungen mit den Dinpassungen als wesentlich folgendes hervorgehoben werden:

Abb. 4. VSM-Passungen, Einheitswelle, Durchmesserbereich 50 bis 65 mm.

Die 1. Qualität der VSM-Passungen weist engere Toleranzen auf als die Edelpassung der Dinormen; sie bietet daher größere Gewähr für die Erreichung des beabsichtigten Sitzes, stellt aber auch größere Anforderungen an die Fertigung.

Die 2. Qualität der VSM-Passungen stimmt mit der Feinpassung des NDI ziemlich gut überein bis auf den Sitz C_2, der bei größeren Durchmessern erheblich größere Spiele als der weite Laufsitz der Dinpassungen ergibt. Den VSM-Sitzen A_2 und B_2 stehen in der NDI-Feinpassung keine entsprechenden Sitze gegenüber. Die Toleranzen sind ungefähr nach $\sqrt[3]{D}$ gestuft, während die Spiele anscheinend in Anlehnung an $\sqrt[2]{D}$ festgelegt sind. Dies tritt natürlich nur bei Sitzen mit großem Spiel bzw. Übermaß in Erscheinung und macht sich bei den Sitzen an der Nullinie wenig oder gar nicht bemerkbar.

Abb. 5. Vergleich VSM-Passung, 1. Qualität und NDI-Edelpassung.

a VSM-Festsitz K_1 und NDI-Edelfestsitz (DIN [illegible]
b VSM-Haftsitz J_1 „ NDI-Edeltreibsitz (DIN [illegible]
c VSM-Haftsitz J_0 „ NDI-Edelhaftsitz (DIN [illegible]
d VSM-Schiebesitz H_1 „ NDI-Edelschiebesitz (DIN [illegible]
e VSM-Gleitsitz G_1 „ NDI-Edelgleitsitz (DIN [illegible]
f VSM-Laufsitz F_1 „ NDI-Laufsitz (Feinpassung (DIN 22)

Die 3. Qualität der VSM-Passungen enthält außer den rech[t] gut mit der NDI-Schlichtpassung übereinstimmenden Bewegungs[-]sitzen noch zwei Ruhesitze, die bei Aufstellung der Dinpassunge[n] nach eingehenden Erwägungen fortgelassen wurden.

Vorstehende Feststellungen für Einheitsbohrung treffen en[t]sprechend übertragen auch für Einheitswelle zu. Da Spiele un[d] Toleranzen nicht nach gleichem Gesetz gestuft sind, ist natürlic[h] die Anwendung einer Paßeinheit im Sinne der Dinpassungen nic[ht] möglich. Beachtenswert ist auch, daß stets angestrebt worde[n] ist, von der verfügbaren Paßtoleranz einen möglichst großen B[e]trag für die schwieriger herzustellende Bohrung zu verwende[n] und entsprechend die Toleranz für die leichter genau zu bearbe[i]tende Welle in zulässigen Grenzen zu beschränken.

Da die VSM-Passungen ebenso wie die Dinpassungen d[ie] Nullinie als Begrenzungslinie vorsehen und auch die Bezugster[m]peratur 20° in der Schweiz angenommen worden ist, besteh[t] für die gängigen Durchmesser und gebräuch[-]lichsten Sitze Austauschbarkeit von Werk[-]stücken nach VSM- und NDI-Passungen.

Österreich. Der Önig[1]) hatte zunächst den Passungs[-]normen der Schweiz den Vorzug gegeben, sich dann aber doc[h] mit Rücksicht auf die vielfachen wirtschaftlichen Beziehungen z[u] Deutschland zur Annahme der Dinpassungen entschlossen.

Holland. Das Centraal Normalisatie Büro hat al[s] alleiniges Passungssystem die Einheitswelle genormt mit d[er] Nullinie als obere Begrenzung für die Welle. Für die Wellen sin[d] 3 Gütegrade vorgesehen mit einer Toleranz von ½, 1 und 2 PE[.] Für die Bohrungen sind 7 Abmaßreihen mit 0,5, 1, 1,5, 2, 3, [illegible] und 8 PE aufgestellt, die in beliebiger Zusammenstellung ang[e]wandt werden können und daher eine gewisse Bewegungsfreihe[it] bei der Festlegung der Kleinstspiele und Bohrungstoleranzen g[e]statten. Besonders hervorzuheben ist, daß sämtliche Abma[ß]reihen des holländischen Passungssystems mit den entsprechende[n] Abmaßreihen der Dinpassungen übereinstimmen. Für die Be[-]zeichnung der Abmaßreihen sind die kleinen Buchstaben des A[l]phabets vorgesehen, so daß sich die Bezeichnung eines Sitze[s] aus 3 Buchstaben, z. B. $\frac{d\,f}{r}$ zusammensetzt; hierbei bedeuten

[1]) Österreichischer Normenausschuß für Industrie und Gewerbe.

Toleranzgebiet der Bohrung / der Welle

Abb. 6. Vergleich VSM-Passung, 2. Qualität und NDI-Feinpassung.

a VSM-Festsitz K_2 und NDI-Treibsitz (DIN 58)
b VSM-Schiebesitz H_2 „ NDI-Schiebesitz (DIN 24)
c VSM-Gleitsitz G_1 „ NDI-Gleitsitz (DIN 23)
d VSM-Laufsitz F_2 „ NDI-Enger Laufsitz (DIN 22)
e VSM- „ H_2 „ NDI-Laufsitz (DIN 21)
f VSM- „ D_2 „ NDI-Leichter Laufsitz (DIN 20)
g VSM-Laufsitz C_2 und NDI-Weiter Laufsitz (DIN 52)
h VSM- „ B_2 „ NDI-Grobsitz g 2 bzw. g 3 (DIN 162 bzw. 161)
i VSM- „ A_2 „ NDI-Grobsitz g 3 bzw. g 4 (DIN 161 bzw. 160)

ıd *f* die Abmaße der Bohrung und *r* das untere Abmaß der elle, das obere Abmaß der Welle mit Null wird nicht geschrien. Die Abmaßreihen sind mit der holländischen Bezeichnung Abb. 8 dargestellt. Auch Holland hat die Bezugstemperatur r Meßwerkzeuge mit 20° festgelegt.

Schweden. In Schweden dürften die Passungen von H. Johansson die verbreitetsten sein. Sie haben für Einheitsıhrung die Nullinie als Symmetrielinie für die Bohrungstoleranz ıd für Einheitswelle die Nullinie als Symmetrielinie für die Welntoleranz. Die Passungen von Johansson entsprechen im Aufu im wesentlichen dem Schlesinger-Loewe-System. Bemerkensert ist, daß im System Einheitsbohrung eine Bohrung mit rd. PE und eine mit rd. 2 PE Toleranz vorgesehen ist und entrechend im System Einheitswelle 2 verschiedene Wellentoleran-n mit rd. 1 bzw. 2 PE. Sowohl diese beiden Bohrungstoleran-n wie die Wellentoleranzen liegen symmetrisch zur Nullinie. ber auch in Schweden werden Erwägungen angestellt, zu Pasngssystemen überzugehen, bei denen die Nullinie dem Kleinstaß der Einheitsbohrung bzw. dem Größtmaß der Einheitswelle ıtspricht, um mit den Passungssystemen der übrigen großen Inıstrieländer übereinzustimmen und um die Austauschbarkeit von nem Gütegrad zum anderen sicherzustellen. Zunächst sind zwei oleranzstufen, d. h. zwei Gütegrade, mit einer Toleranz $= 0{,}005 \cdot \sqrt[3]{D}$ und $0{,}01 \cdot \sqrt[3]{D}$ vorgesehen, diese entsprechen also bzw. 2 PE der Dinpassungen. Die Spiele und Übermaße hingen sollen proportional mit $\sqrt[2]{D}$ gestuft werden. Endgültige Beıhlüsse über diese Vorschläge liegen noch nicht vor.

England. Das am meisten in England verbreitete Passungssystem ist das Newall-System, bei dem die Bohrungstoleranzen ungleichmäßig zur Nullinie verteilt sind, der kleinere Teil liegt unter, der größere aber über der Nullinie. In den verschiedenen Gütegraden decken sich die unteren Begrenzungslinien nicht. In einer ausführlichen Abhandlung von A. A. Remington, Engineering Nr. 2885 und 2886 vom 15. bzw. 22. April 1921[1]), werden eingehend die Nachteile eines solchen Passungssystems begründet und die Vorteile der Passungssysteme mit der Nullinie als Begrenzungslinie dargelegt. Es hat jedoch den Anschein, als ob die Einführung der Passungssysteme mit der Nullinie als Begrenzung durch die konservative Zurückhaltung der englischen Fabrikanten gehemmt wird. Ein Kompromißvorschlag geht dahin, die etwas unter der Nullinie liegende untere Grenze der Bohrung mit geringster Toleranz als Grundlinie für den Aufbau der gröberen Toleranzen zu wählen. Wenn auch ein so aufgebautes Passungssystem nicht mehr alle Nachteile des ganz symmetrisch aufgebauten Passungssystems mit mehreren Gütegraden hat, so fehlt ihm doch die klare Übersichtlichkeit der Passungssysteme mit der Nullinie als Begrenzungslinie und — abgesehen vom Unterschied im Maßsystem (Zoll-Millimeter) — auch die Austauschmöglichkeit mit den Passungssystemen anderer Länder, die die Nullinie als Begrenzungslinie haben. Die Bezugstemperatur der englischen Meßwerkzeuge ist 62° F = 16⅔° C.

Amerika. Die vom „Sectional Committee on Plain Gages" der American Society of Mechanical Engineers im Dezember 1922 herausgebrachten Vorschläge für ein einheitliches

[1]) Deutsch bearbeitet von K. Gramenz, Werkstattstechnik 1922 Heft 6 S. 163.

Toleranzgebiet { der Bohrung / der Welle

Abb. 7. Vergleich VSM-Passung, 3. Qualität und NDI-Schlichtpassung.

a VSM-Klemmsitz I_3
b VSM-Schiebesitz H_3
c VSM-Gleitsitz G_3 und NDI-Schichtgleitsrtz (DIN 151)
d VSM-Laufsitz E_3 „ NDI-Schlichtlaufsitz (DIN 150)
e VSM- „ C_3 „ NDI-Weiter Schlichtlaufsitz (DIN 149)

Passungssystem sind in Abb. 9 und Abb. 10, a bis h, behandelt. Abb. 9 zeigt den Aufbau des Systems. Es sind im ganzen 8 Sitze vorgesehen, deren Bohrungen alle als unteres Grenzmaß das Nennmaß haben. Die Nullinie ist somit untere Begrenzung der Bohrungstoleranz wie im Einheitsbohrungssystem des NDI. Die Bohrungstoleranz ist aber nicht für alle Sitze gleich, sondern für die Sitze mit großem Spiel größer als für die an der Nullinie liegenden Sitze, die keine großen Spielschwankungen zulassen. Die Festlegung von verschiedenen Bohrungstoleranzen für Bewegungssitze und Ruhesitze nimmt dem System aber etwas den Charakter des Einheitsbohrungssystems und macht mehrere Bohrungslehren für jeden Durchmesser erforderlich. Es besteht somit die Gefahr, daß Bohrungen für Ruhesitze, die versehentlich nach den Toleranzen für die beweglichen Sitze bearbeitet wurden, einen zu lockeren Sitz ergeben, doch bedeutet dies nichts anderes, als wenn in den Dinpassungen Ruhesitze nach Feinpassung und Bewegungssitze nach Schlichtpassung ausgeführt würden. Unterschieden werden folgende Sitze:

Heavy Force and Shrink Fit (beträchtliches negatives[1]) Kleinstspiel): für Teile, die starken Beanspruchungen standhalten, z. B. Kurbelzapfen an Lokomotivachsen, Kurbelarme an schweren Maschinen usw.

Medium Force Fit (negatives Kleinstspiel): Teile zusammenzufügen unter beträchtlichem Druck für dauernde Verbindung, z. B. Lokomotiv- und Wagenräder, Armaturen an Generatoren und Motoren, Kurbelscheiben auf Wellen, Schrumpfsitz bei mittleren Querschnitten oder langen Sitzflächen.

Tight Fit (negatives Kleinstspiel): Teile zusammenzu ge unter leichtem Druck, z. B. Zahnräder, Scheiben, Hebelarme sw. auf Wellen. Treibsitze bei kleinen Querschnitten oder beso ers langen Sitzflächen. Anwendung im Bau von Kraftwagen und Geschützen, im allgemeinen Maschinenbau, auch für Schrumpfsitze bei sehr kleinen Querschnitten.

Wringing Fit (kein Kleinstspiel): auch „tunking fit“ (Schlagsitz) genannt. Bedeutet praktisch Haftung von Metall auf Metall. Gewöhnlich Aussuchen erforderlich, Austauschbarkeit besteht im allgemeinen nicht.

Snug Fit (geringes Spiel): engster Sitz, bei dem Teile noch von Hand zusammenfügbar; erfordert gute Präzisionsarbeit. Anwendung für Teile, die nicht wackeln dürfen und sich nicht unter Last frei bewegen sollen.

Medium Fit (mittleres Spiel): für Bewegungssitze unter 500 Umdr./min und weniger als 42,5 kg/cm² Lagerdruck. Auch für Gleitsitze (sliding fit), z. B. genauere Teile an Werkzeugmaschinen und Kraftwagen.

Free Fit (reichliches Spiel): für Bewegungssitze über 600 Umdr./min und mehr als 42,5 kg/cm², z. B. elektr. Generatoren, Kraftmaschinen, viele Teile an Werkzeugmaschinen und einige Kraftwagenteile.

Toleranzgebiet { der Bohrung / der Welle

Abb. 9. ASME-Vorschla für Passungen, Einheitsboh ng. Durchmesserbereich 50 bis 6 m

Loose Fit (beträchtliches Spiel): für Teile, bei dene es auf besondere Genauigkeit nicht ankommt, z. B. Landwirtsch s- und Bergwerksmaschinen, Teile gewisser Schiffsmaschinen, a- schinen für Textil-, Gummi-, Zucker- und Bäckereigewerbe, ll- gemeine Maschineneinrichtungen ähnlicher Art und einige e- schützteile.

Der Vergleich dieser Sitze mit entsprechenden Sitzen er Dinpassungen ist in Abb. 10 a bis h dargestellt.

Die Bohrungstoleranz ist für die ersten 5 Sitze (heavy f ce bis snug fit) einheitlich festgelegt und entspricht mit gerin n Abweichungen der NDI-Einheitsbohrung-Edelpassung, deren Te- ranz um einige Tausendstel Millimeter geringer ist.

Die Abmaße für die „heavy force fit“-Welle fallen ziem h mit der Schrumpfsitzwelle nach Vorschlag Kienzle[2]) zusamm .

Die Abmaße der „medium force fit“-Welle sind im V- hältnis zum Durchmesser linear gestuft, sie fallen daher nur ei den kleinsten und größten Durchmessern mit der Preßsitzw le nach DIN 54 zusammen und sind im mittleren Durchmesserber h erheblich geringer.

Die Abmaße der „tight fit“-Welle steigen stärker an als ie der Festsitzwelle nach DIN 26. Während im Durchmesserber h von 18 bis 80 mm der NDI-Festsitz etwas strammere Sitze erg t, wird über 80 mm der NDI-Festsitz lockerer ausfallen als r „tight fit“.

Beim „wringing fit“ hat die Welle als unteres Abmaß N l, fällt also an der Ausschußseite mit der Gutseite der Bohr g zusammen, ähnlich wie beim NDI-Haftsitz. Das obere Ab ß der Welle ist etwas geringer als das der Bohrung und auch ls das der NDI-Haftsitzwelle. Im Charakter dürften sich r „wringing fit“ und der Haftsitz der Edel- bezw. Fe- passung ziemlich nahe kommen.

Beim „snug fit“ hat die Welle als oberes Abm ß Null. Das untere Abmaß ist erheblich geringer als i der Gleitsitzwelle der NDI-Edel- und Feinpassung. I- durch ergibt sich der beim Gleitsitz geforderte satte Sz mit erhöhter Sicherheit.

Für den „medium fit“ ist die Bohrungstolera größer angenommen als für die bisher verglichenen Sit. Während sie für diese ungefähr gleich der Edelbohru des NDI ist, ist sie für den „medium fit“ gleich der B- rung der Feinpassung. Die Abmaße der Welle nehm beim „medium fit“ stärker zu als beim Laufsitz na DIN 21. Die Spiele sind also für die größeren Dur messer größer als beim NDI-Laufsitz. Der Betrag Wellentoleranz ist aber in beiden Sitzen annähernd glei

Beim „free fit“ ist die Bohrungstoleranz fast glei der der Schlichtbohrung nach DIN 148. Die Wellen maße sind bis etwa 50 mm Dmr. geringer als beim lei ten Laufsitz nach DIN 20 und nehmen für die größer Durchmesser mehr zu, so daß die „free fits“ bei kleiner Durchmessern geringeres und bei größeren Durchmesse größeres Spiel haben werden als der leichte Laufsitz d NDI-Feinpassung.

Abb. 8. Abmaßreihen der holländischen Passungen.

[1]) Es ist beachtenswert, daß die Amerikaner Übermaß als „negatives Kleinstspiel“ bezeichnen.

[2]) NDI-Mitteilungen 1922/23 S. N 61.

Beim „loose fit" hat die Bohrung etwa den 1½fachen Be-
tr der NDI-Schlichtbohrung. Die Abmaße der Welle sind so
fe elegt, daß sich im Mittel (30 bis 80 mm Dmr.) etwa die
gl chen Kleinspiele ergeben, wie im weiten Schlichtlaufsitz, sie
si bei kleineren Durchmessern geringer, bei größeren Durch-
m ssern größer als nach DIN 149. Der Betrag der Wellentole-
ra entspricht ungefähr DIN 149.

Zusammenfassend kann über den angestellten Vergleich der
a rikanischen Vorschläge und der Dinpassungen das folgende
g sagt werden:

Für die 5 Ruhesitze einschließlich Gleitsitz entspricht die
B rung ziemlich genau der Einheitsbohrung-Edelpassung des
N I. Ruhesitze kommen also nur in der Edelpassung vor und
st len daher hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Werk-
st ttsarbeit.

Toleranzgebiet { der Bohrung / der Welle

Z23/796

Toleranzgebiet { der Bohrung / der Welle

Z23/795

Abb. 10. Vergleich des ASME-Vorschlages und der DIN-Passungen.

eavy force and shrink fit und Schrumpfsitz (Vor- hlag Kienzle)
dium force fit und NDI-Preßsitz (DIN 54)
ght fit „ NDI-Festsitz, Feinpassung (DIN 26)
ringing fit „ NDI-Haftsitz „ (DIN 25)
e Snug fit und NDI-Gleitsitz Feinpassung (DIN 23)
f Medium fit „ NDI-Laufsitz „ (DIN 21)
g Free fit „ NDI-leichter Laufsitz und Schlichtlaufsitz (DIN 20)
h Loose fit und NDI-weiter Schlichtlaufsitz (DIN 149)

Für die beweglichen Sitze wird mit zunehmendem Kleinst-
s l auch die Bohrungstoleranz größer, so daß dem Gedanken
hnung getragen wird, daß bei größerem Spiel eine gewisse
rgrößerung der Toleranzen der Werkstücke die Paßtoleranz,
. die Spielschwankung nicht unzulässig vergrößert, wohl aber
Herstellung der Werkstücke beträchtlich erleichtert wird. Die
leranzen für Bohrung und Welle sind wie bei den Din-
ssungen proportional $\sqrt[3]{D}$ gesetzt.

Ein grundsätzlicher Unterschied gegenüber den Dinpassungen
teht darin, daß die Spiele nicht proportional $\sqrt[3]{D}$, son-
n nach $\sqrt[3]{D^2}$ gestuft sind und für die Übermaße bei den
eren Ruhesitzen in direktem Verhältnis mit dem Durchmesser
ehmen.

Die amerikanischen Vorschläge sehen als Bezugstemperatur
F, also 20° C vor, so daß — abgesehen vom Unterschied im
ßsystem (Zoll-Millimeter) — auch für die amerikanischen
Passungen Austauschbarkeit mit entsprechenden Sitzen der Din-
passungen angenommen werden kann, da die Nullinie in beiden
Systemen Begrenzungslinie ist und in den vorgeschlagenen bzw.
festgelegten Abmaßen nicht solche Unterschiede bestehen, daß die
Austauschbarkeit gefährdet sein könnte.

Hingewiesen sei noch auf die außerordentlich feine Stufung
der Durchmesserbereiche bei den amerikanischen Passungen.

Rußland. Aus Rußland liegt eine Denkschrift der
„Kommission für das metrische System" aus dem Jahre 1921
vor, in der die bisherigen hauptsächlichsten Passungssysteme:
British Standards Commitee, Newall, Johansson, Reinecker,
Brown and Sharpe usw., miteinander verglichen werden. Als
Grundsystem wird die Einheitsbohrung genannt, aber daneben
für gewisse Industriezweige die Einheitswelle empfohlen. Im
System der Einheitsbohrung dient die Nullinie als Symmetrielinie für
die Bohrungstoleranz. Spiele und
Toleranzen wachsen nach $\sqrt[2]{D}$.
Den Aufbau des Systems
Einheitsbohrung zeigt Abb. 11.
Vorgesehen sind vier feste
Sitze (Fest-, Preß- und Schrumpf-
sitze) mit zum Teil recht erheb-
lichem Übermaß, ein Schiebesitz,
ein Gleitsitz und ein enger Lauf-
sitz, außerdem drei weitere
Laufsitze, bei denen entsprechend
dem größerem Spiel auch die
Toleranzen für Bohrung und Welle
vergrößert worden sind, wäh-
rend alle übrigen Sitze die gleiche Bohrungstoleranz haben. Dies
ist natürlich äußerst nachteilig, da unter Umständen die Welle
für den engen Laufsitz mit der Bohrung des weitesten Laufsitzes
einen strammen Festsitz ergeben kann, wenn die Bohrung an
der unteren Toleranzgrenze liegt. Aus dieser Überlegung heraus
wird man auch in Rußland den Vorteil erkennen, den die Null-
linie als Begrenzungslinie hat. Nach neueren Mitteilungen darf
auch angenommen werden, daß endgültige Entschließungen sich
nur in dieser Richtung bewegen werden. Beachtenswert an den
russischen Vorschlägen ist noch, daß für den Gleitsitz die Wellen-
toleranz geringer als bei anderen Sitzen ist, um das mögliche
Größtspiel zu beschränken. Auch der Warmsitz 1, der für dünn-
wandige Büchsen gedacht ist, hat eine geringere Wellentoleranz
als andere Sitze, um auch bei diesem empfindlichen Sitz die
Paßtoleranz zu beschränken.

Toleranzgebiet { der Bohrung / der Welle

Z23/797

Abb. 11. Russischer Vorschlag für Passungen, Einheitsbohrung, Durchmesserbereich 55 bis 60 mm.

Auch die russischen Vorschläge enthalten wie die ameri-
kanischen eine recht feine Stufung der Durchmesserbereiche.

Zusammenfassung: Aus der Übersicht über die Passungen
der verschiedenen Staaten geht hervor, daß die Vorteile, die die

Systems mit der Nullinie als Begrenzungslinie gegenüber denen mit der Nullinie als Symmetrielinie haben, allgemein a erkannt werden.

Der Vergleich mit den auf dieser Grundlage aufgebauten Paßsystemen bedeutender Industriestaaten hat eine wenn auch nicht vollständige, doch so weitgehende Annäherung in den festgelegten bzw. vorgeschlagenen Abmaßen ergeben, daß, wenn nicht Unterschiede im Maßsystem (Zoll-Millimeter) bestehen, die Austauschbarkeit der Erzeugnisse aus einem Lande mit denen aus einem anderen Lande nicht ernstlich in Frage gestellt ist, sondern für die mittleren Durchmesser und für die gebräuchlichsten Sitze im allgemeinen recht gut vorhanden ist. Dies setzt natürlich eine einheitliche Bezugstemperatur voraus, und auch hier is die internationale Einigung zu rechnen, da außer der Sc Österreich, Holland, Deutschland, die die Bezugstemperatu bereits angenommen haben, auch in anderen Ländern dies zugstemperatur in Vorschlag gebracht ist.

Vielleicht wird auch, wenn erst in einigen Jahren un reiche Erfahrungen mit den aufgestellten Passungsnorme sammelt sein werden, der Zeitpunkt gegeben sein, die in de schiedenen Vorschlägen noch bestehenden Unterschiede auf der Erfahrungen auszugleichen, um so zu einem internati Passungssystem zu kommen. [1802]

Joseph Krumper †.

Am 21. März d. J. starb ein bedeutendes Mitglied unseres Bezirksvereines, der ehemalige Oberingenieur und Prokurist der Maschinenfabrik Augsburg Joseph Krumper.

Geboren den 25. Januar 1847 zu Ebenhofen, Bez.-Amt Kaufbeuren, als Sohn der dortigen Müllerseheleute, besuchte er zuerst die Latein- und Gewerbeschule zu Kaufbeuren und im Anschluß hieran die Maschinenbauschule in Augsburg. Im November 1866 erhielt er seine erste Anstellung bei der Lokomotivfabrik Krauß & Co. in München, und nachdem er als Einjähriger gedient, trat er in das technische Bureau der Firma L. A. Riedinger ein. Im Juli 1870 zog er als Landwehr-Unterleutnant ins Feld; am 2. Dezember 1870 wurde er in der Schlacht bei Loigny-Pouprv durch einen Kopfschuß schwer verwundet. An Auszeichnungen wurde ihm u. a. auch das Ritterkreuz 2. Kl. des bayerischen Militärverdienstordens mit Schwertern verliehen.

April 1871 wieder soweit hergestellt, daß er sich seinem Berufe widmen konnte, trat er bei der Firma Gebr. Decker & Co., Cannstatt, ein und war dort bis Oktober 1873 tätig. Nachdem er im Anschluß an diese Stellung 2 Semester das Polytechnikum in Zürich besucht hatte, wurde er August 1874 Konstrukteur und Bureauvorstand in der damaligen Rheinischen Maschinenbau-Gesellschaft Kalk. Im November 1875 erfolgte seine Anstellung in der Maschinenfabrik Augsburg, wo er Gelegenheit fand, sich in umfassender und erfolgreicher Weise zu betätigen. Hauptsächlich im Wasserturbinen- und Dampfmaschinenbau leistete er für die damalige Zeit Bahnbrechendes.

Schon im Jahre 1879 baute er das Wasserwerk Augsburg mit Turbinenantrieb, ein Werk, das sich seither Tag und Nacht in Betrieb befindet und heute noch die Stadtgemeinde Augsburg mit Trinkwasser versieht. Hierüber hat Krumper in Band XXIV dieser Zeitschrift eingehend berichtet. An Jonval-Turbinenanlagen hat er im ganzen 84 aufgestellt; die größten davon sind außer dem Augsburger Wasserwerk die Tur anlage der Zwirnerei Göggingen und die Anlage der Krähnholm- faktur Narva.

Bedeutender noch waren seine Leistungen auf dem G des Dampfmaschinenbaues. Er hat zunächst die Verbund-, die Mehrfach-Expansionsmaschinen führt und in einer Weise vervollkom daß die Erzeugnisse der Maschinen Augsburg Weltruf erwarben. Eine Z menstellung von Dampfverbrauc suchen finden wir von ihm in dieser schrift 1905. Außerdem hat Prof. Sc im Band XXXIV über sehr günstige suche an einer Dreifach-Expansio schine der Maschinenfabrik Augsbur richtet.

Infolge seiner verdienstvollen T keit ernannte ihn die Firma 1887 Oberingenieur, am 1. Januar 1888 zum kuristen. Im April 1899 mußte er in nervöser Störungen seinen Beruf aufg 1900 wurde er noch als Mitglied des gerichts zur Pariser Weltausstellung sandt.

Auch im Privatleben galten sein teressen noch der Firma. Im Jahre verfaßte er eine ausführliche Schrift seine Tätigkeit bei der MAN, die de neraldirektion der Firma gewidmet auch sonst hat er seine Erfahrunge Firma jederzeit noch zur Verfügung ge

Wenige Tage nach Neujahr 1923 ihn ein tückisches Leiden aufs Kra lager, das er nicht mehr verlassen s

Der Bezirksverein verliert in nicht nur eines seiner ältesten, so auch seiner treuesten Mitglieder. Sein denken wird im Verein stets weiter als das eines Mannes von umfasse Wissen, von rastloser, schöpferischer Tätigkeit, aber auch als Menschen von edeln Charaktereigenschaften und eines Förderers un Bezirksvereines.

Augsburger Bezirksvere
deutscher Ingenieure.

Der Ausbau der bayerischen Großkraftwerke und die Anlagen der Rhein-Main-Donau-A.-G.

Der Bericht über das mit dem 30. September 1922 abgelaufene Geschäftsjahr[1]) zeigt einen bedeutenden Baufortschritt der bayerischen Großkraftwerke trotz der ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse. Der Bau des Walchenseewerkes[2]) ist so weit fortgeschritten, daß mit dessen Inbetriebsetzung im Spätherbst d. J. gerechnet werden kann, gleichzeitig mit der Eröffnung der Fernleitung des großen Bayernwerkes. Die Wasserzuleitung von der Isar bei Krünn bis zum Walchensee und von diesem bis zum Wasserschloß ist nahezu vollendet, und mit dem Einbau von drei großen Turbinen im Krafthause wurde bereits im Vorjahre begonnen; auch die Wasserableitung und der Loisach-Isarkanal nähern sich ihrer Vollendung. Die Anlagen der „Mittleren Isar" A.-G.[3]) sollen etwa Mitte 1924 bei ungestörtem Baufortschritt in Betrieb gelangen. Vorläufig sind die Kanal- und Erdarbeiten für die ersten drei Kraftwerke fast vollendet, und mit dem Einbau der Turbinen wurde im Kraftwerk Aufkirchen bereits begonnen. Vom Bayernwerk sind fast 600 km Fernleitung mit 3600 Masten fertiggestellt, und der Bau der Transformatorenwerke München, Meitingen, Nür Würzburg, Schweinfurt, Arzberg und Regensburg ist im vollen G Die Baukosten des Walchenseewerkes bis zum Abschluß des Beri betrugen 438,3 Mill. ℳ (800 Mill. ℳ Aktienkapital), die Kosten bei mittleren Isar 885,65 Mill. ℳ (1600 Mill. ℳ Aktienkapital) und Bayernwerk 715,67 Mill. ℳ (1600 Mill. ℳ Aktienkapital). Von Kraftwerken der Rhein-Main-Donau-A.-G (im ganzen mit zusammen 250 000 PS) sind gegenwärtig infolge der Geldk heit nur drei im Bau, und zwar: das Kachletwerk bei Passa der Donau (56 000 PS, mit Schützenwehr und Schiffahrtschleuse). in 4 Jahren vollendet sein soll und die Schiffbarmachung der Str Regensburg-Passau (170 km) ermöglicht, sowie die Werke Vier und Mainmühle bei Würzburg. Das Kachletwerk soll sammen mit dem Großkraftwerk Franken (85 000 PS, Dampfk das Industriegebiet Nürnberg-Fürth und einen Teil Mittelfrankens Strom versorgen. Zur Deckung der Baukosten wurde im März eine feste Goldanleihe (5 Mill. Goldmark) begeben; späterhin die Zinsen für den Bauaufwand der zehn Mainstufen durch den schuß des Kachletwerkes gedeckt werden. Bei voller Ausnutzung die Jahreserzeugung des Werkes 250 Mill. kWh betragen, was einer sparnis von ¼ Mill. t Kohlen entspricht. [M 455]

[1]) s. Z. 1923 Bd. 67 S. 1 u. f.
[2]) s. Z. 1923 Bd. 67 S. 211 u. f.
[3]) „Die Wasserkraft" Bd. 18 1. Mai 1923.

Die Erhöhung der Talsperre der Stadt Nordhausen (Harz).

Von E. Mattern, Potsdam.

)er Entwurf zur Erhöhung der Sperrmauer wird besprochen, und im Anschluß daran werden grundsätzliche Fragen und Neuerungen aus der Berechnung und 3auweise von Talsperren erörtert, insbesondere soweit Wasserunterdruck, Randspannungen, Gleitsicherheit und Gewölbewirkung in Betracht kommen.

Die Erhöhung der Nordhauser Sperrmauer hat deswegen allgemeinere Bedeutung, weil bei den Voruntersuchungen und Berechnungen verschiedene grundsätzliche Fragen aus der Theorie und Praxis der Talsperren zur Erör-[terung] kamen. Das hebt den Gegenstand über den Einzelfall [hin]aus, und die Folgerungen haben vielleicht Einfluß auf die [We]iterentwicklung des Talsperrenbaues.

Die grundlegenden Erwägungen und teilweise durchge-[fü]hrten Neuerungen beziehen sich auf folgende Punkte:

1. Wasserspiegelhöhe für die Berechnung der Standsicherheit,
2. Unterdruck (Auftrieb),
3. Randspannungen (Hauptspannungen),
4. Gleitsicherheit, Scherfestigkeit und Anmauerung an den Fels an der Talseite und
5. Gewölbewirkung.

Vorbemerkend sei mitgeteilt, daß die Talsperre in den J[ah]ren 1904 bis 1906 nach dem in Abb. 1 angegebenen Quer-[schn]itt errichtet wurde. Sie liegt im Südharz in Grauwacke [und] Schiefergestein eingebettet. Der anfängliche Stauinhalt war [au]f 770 000 m³ bemessen. Die Mauer hat von Gründungssohle

Abb. 1. Querschnitt der Nordhauser Sperrmauer.

[bis] Oberkante rd. 28,2 m Höhe. Die Breite beträgt unten 21 m, [in] Kronenhöhe 4 m. Sie ist oben 120,5 m lang und im Grundriß [mi]t einem Halbmesser von 125 m gekrümmt. Das aufgespei-[che]rte Wasser dient in erster Linie der Trinkwasserver-[so]rgung der Stadt Nordhausen und wird in einer 40 cm [wei]ten und 11 km langen Leitung über Berg und Tal mit vielen [Hö]hen- und Tiefpunkten der Stadt zugeführt. Am Ende der [Lei]tung ist vor dem Hochbehälter ein Kraftwerk eingeschaltet, [das] mit 192 m Gefälle arbeitet, zurzeit das höchste in Deutsch-[lan]d. Entwurf und Bau wurden unter der Oberleitung des Ver-[fass]ers bearbeitet und ausgeführt[1]).

Eine Erhöhung der Mauer war mit Rücksicht auf spätere [Ent]wicklung von vornherein vorgesehen, wofür ein hinrei-[che]nder Wasservorrat im Tale vorhanden ist. Dementsprechend [wur]den die Abmessungen in der Sohlen- und Kronenbreite ge-[wä]hlt, aber der Aufbau zunächst aus Mangel an Geldmitteln [zur]ückgestellt. Im Laufe des Betriebes ist durch Einsetzen von [1] cm hohen Dammbalken der Stauraum vorläufig auf 820 000 m³ [ver]größert worden. Im Jahre 1916 hatte die Stadtbauverwaltung [zwe]i Entwürfe aufgestellt, wovon der eine eine Erhöhung des [Sta]uspiegels um 1,7 m mit einer Vergrößerung des Stauinhaltes [um] 200 000 m³, der zweite eine Wasserspiegelhebung um 3,3 m [mit] einem Mehr von 410 000 m³ für einen Gesamtstauraum von [1 23]0 000 m³ vorsah. Ich empfahl den letzteren Plan und eine [mög]lichst noch stärkere Vergrößerung, soweit es die Standsicher-[heit] der Mauer zuläßt. Über die wasserwirtschaftlichen Ergeb-[nis]se dieses Talsperrenbetriebes habe ich in Z. 1918 S. 431 kurz berichtet. Die Kosten der Erhöhung können gedeckt werden. Die Wirtschaftlichkeit ergab sich daraus, daß die bisher nutzlos über den Überlauf des zu kleinen Beckens abströmenden Wassermengen für vermehrte Trinkwasserversorgung und Kraftgewinn verwertet werden können. Außerdem kann eine Verbesserung des Wassers erwartet werden.

Nach einer von mir beigefügten Skizze stellte das Stadtbauamt einen neuen Entwurf auf. Mein Vorschlag sah einen massiven Aufbau vor, Abb. 2. Der Überlauf soll danach bis zur Höhe 446,50 in Beton, gegebenenfalls mit äußerer Bruchsteinmauer-Verkleidung im vollen Querschnitt erhöht werden. Die geringste obere Dicke beträgt 3 m. Das Verhältnis von Grundbreite zu Höhe bleibt nach der Erhöhung noch rd. 0,67. Für die Standsicherheit kommt die Schwere des oberen vollen Aufbaues als Nutzlast hinzu. Zur besseren Verbindung des neuen mit dem alten Mauerwerk werden entsprechende Auszackungen hergestellt. Daneben sind Eiseneinlagen angeordnet, damit ein festerer Zusammenschluß gegenüber Zugwirkungen erzielt wird bei etwaigem Eindringen des Wassers und der Entwicklung von Unterdruck in der Fuge zwischen altem und neuem Mauerwerk. Die vollen und die halben Bügel wechseln in 1 m Abstand ab. Die Löcher im alten Mauerwerk können mittels Diamantbohrer, elektrisch oder durch Druckluft, gebohrt werden; der Zementmörtel wird unter hohem Druck eingepreßt. Durch dieses Verfahren läßt sich eine hohe Haftfestigkeit der Eiseneinlagen erreichen.

Die Standsicherheitberechnungen für den ersten Bau (1903 bis 1905) gingen von den üblichen Rechnungsgrundlagen aus, die für den Bau von Talsperren in Preußen maßgebend waren[2]).

Wasserspiegelhöhe für die Berechnung der Standsicherheit der erhöhten Mauer.

Der Wasserstand war früher bis zur Mauerkrone, d. h. 1 m über Normalstau reichend, angenommen worden. In der neuen Berechnung ist die Spiegelhöhe nur bis zu der Höhe angesetzt, die sich aus der größten Überlaufmenge und ihrer Strahldicke ergibt. Die bestehende Mauer hat in elf Öffnungen 55 m Gesamtüberfallänge. Bei allergrößtem Abfluß (6,8 m³/s), der bisher allerdings noch nicht beobachtet worden ist, bildet sich ohne Berücksichtigung der ausgleichenden Wirkung des vollen Staubeckens rechnungsmäßig ein Strahl von 17 cm Dicke, Abb. 2.

Obwohl die Überläufe, wie bemerkt, durch Aufsetzen von Bohlen aufgehöht wurden, ist bisher niemals auch nur einer durch Eis oder Treibzeug verstopft worden. Dazu kommt, daß die Öffnungen nach dem neuen Plane einen größeren lichten Raum aufweisen als bisher. Man wird also in Zukunft um so weniger ein Zusetzen befürchten dürfen, als ein solches m. W. auch an andern Sperren bisher nicht beobachtet worden ist.

Wenn man in den ersten Jahren des deutschen Talsperrenbaues die Vorsicht anwandte, für die statische Berechnung den Wasserstand bis zur Kronenhöhe anzunehmen, so muß man aus den bisherigen langjährigen Erfahrungen des Betriebes die notwendigen Folgerungen ziehen und wird — ohne die Sicherheit zu beeinträchtigen — davon Abstand nehmen können, Forderungen zu stellen, die unnötige wirtschaftliche Belastungen mit sich bringen. Ein höchster Wasserstand, der mit der zu erwartenden größten Strahldicke am Überlauf bei stärkstem Hochwasser abschließt, muß hiernach für die Berechnung der Sperrmauer als ausreichend erscheinen. Die Höhenlage der Mauerkrone um 1 m über Überlauf wird mit Rücksicht auf Wellenschlag geboten erscheinen, bei großen Seebecken wird jedoch ein noch größeres Maß in Betracht kommen.

Der Unterdruck (Auftrieb, Sohlendruck).

Im Entwurf der Talsperre vom Jahre 1903 war in Übereinstimmung mit den geltenden Auffassungen und Bestimmungen der Unterdruck nicht berücksichtigt worden. Auch in dem Ausführungsentwurf für die Erhöhung war dies anfänglich nicht geschehen. Die Sperrmauer hatte 1916

Abb. 2. Querschnitt der Erhöhung der Nordhauser Sperrmauer.

[1]) Genaueres über die Talsperre, die Kraftgewinnung, Rohrleitung usw. [M]attern, Ausnutzung der Wasserkräfte, 3. Auflage 1921, S. 182, 485 und 960, [d]ie Handbuch der Ingenieurwissenschaften 1913, Band Talsperren, wo auf Tafel [1 un]d 2 die bestehende Sperrmauer dargestellt ist. Siehe auch Z. 1907 S. 1888.

[2]) s. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Band Talsperren, 1913 S. 229.

in mehr als zehnjährigem Bestehen ihre Haltbarkeit erwiesen, und nach den Erfahrungen des Betriebes lag kein Anlaß vor, sie unter ungünstigeren Annahmen zu berechnen als früher. Die Bauarbeiten der Aufhöhung berühren zudem in keiner Weise die Gründung der Mauer. Bei der Erhöhung sollte der volle Unterdruck an der Fuge zwischen altem und neuem Bauwerk als ungünstigster Fall berücksichtigt werden. Die älteren Talsperren, in Deutschland wie im Auslande, sind meist ohne Unterdruck berechnet, mit Ausnahme der Hochwassersperren von Marklissa und Mauer, wo gewissen Bedenken der einheimischen Bevölkerung bei den ersten Anlagen dieser Art in Schlesien Rechnung getragen wurde.

Die Frage des Unterdrucks bei Sperrmauern kann nach dem heutigen Stande der Erfahrung und Wissenschaft als endgültig geklärt noch nicht angesehen werden, besonders soweit die Größe der gedrückten Fläche in Betracht kommt. Sie wird auch nicht eindeutig beantwortet werden können, da das Maß des Auftriebes von der auch im Einzelfall immer nur allgemein abschätzbaren Beschaffenheit des Untergrundes abhängt. Diese Frage hier eingehend zu behandeln, würde zu weitergreifenden Erörterungen führen, die über den Rahmen dieses Aufsatzes hinausgehen[1]). Die Flächengröße des Unterdrucks ist an den in der Fußnote angegebenen Stellen bei festgegründeten Mauern auf 10 vH der Gesamtgrundfläche geschätzt worden. Dieses Maß dürfte nach meinen Wahrnehmungen bei der ersten Bauausführung der Nordhauser Sperre auch den Verhältnissen der Gründung entsprechen. Der Felsuntergrund war gut und bildete eine geschlossene Masse; der Wasserandrang in der Baugrube war sehr gering, und es traten nur unwesentliche Quellen auf.

Abb. 3. Annahmen über Unterdrucke bei Talsperren.

Nach den Beobachtungen an den rheinisch-westfälischen Sperren, bei denen Sohlenentwässerung schon an den ersten Anlagen Intzes, u. a. an der Solinger Sperre[2]), wenn auch nicht planmäßig, so doch durch Abfangung einzelner Quellen angewandt wurde, darf man in solchem Untergrunde mit einem stark verminderten Unterdruck rechnen. Ebenso ist nach den Ergebnissen von Maueraufbrüchen anzunehmen, daß im Innern des Mauerwerks kein Auftrieb vorhanden ist. Wenn zwar bei den westdeutschen Sperren an der Öster, Möhne, Lister und Waldecker Sperre Unterdruck durch Messungen festgestellt wurde, so fehlt noch der Nachweis, daß der Unterdruck auf der ganzen Sohlenfläche auftritt. Hier stellt sich eine noch aufzuklärende Unsicherheit in der Frage grundsätzlich dar. Ungeachtet dessen darf man sich der Einsicht nicht verschließen, daß auch bei gutem Felsgrund Unterdruck in der Gründungssohle der Talsperren, besonders in der ersten Zeit nach ihrer Errichtung, in gewissem Umfange wohl auftritt. Jene erwähnten Messungsergebnisse ergeben vor allem einen Anhalt über die Höhe des Auftriebdruckes. Dieser wird danach im allgemeinen bei Sperrmauern mit nicht entwässerter Sohle in Trapezform angenommen, und zwar gleich der vollen Stauhöhe an der Wasserseite und der halben Stauhöhe an der Luftseite, bei planmäßig entwässerter Sohle in der Form eines rechtwinkligen Dreiecks mit der vollen Stauhöhe an der Wasserseite und der Stauhöhe null an der Luftseite, Abb. 3.

Abb. 4. Darstellung des Unterdruckes nach einer Handschrift von Sympher.
a Auflagerflächen ohne Unterdruck, b Flächen mit Unterdruck, f Fugen mit Unterdruck.

Um eine weitere Klärung der verschiedenen Auffassungen zu versuchen, wurde im Jahre 1921 auch der verstorbene Ministerialdirektor Dr.-Ing. Sympher um eine gutachtliche Äußerung seitens der Stadt Nordhausen gebeten. In wiederholten Erörterungen ist der Gegenstand von uns behandelt worden. Und es darf wohl auf allgemeine Anteilnahme rechnen, seine Ansicht darüber zu hören, die er in einem Schreiben vom 29. Juni 1921 an mich zum Ausdruck brachte, zumal Sympher durch den Bau der Waldecker Sperre und die dort angestellten vielfachen Versuche mit der Unterdruckfrage sehr vertraut war. Er schreibt:

„Man soll die Möglichkeit von Unterdruck unter der Sohle — in der Mauer ist er bei guter Ausführung nach den von mir seinerzeit bei den Intzeschen Talsperren veranlaßten inneren Aufbrucharbeiten zu vernachlässigen — nicht außer Acht lassen, aber auch nicht annehmen, daß er, wenn der Untergrund aus tiefgreifenden und nicht zu kleinen Felsstücken besteht, in der ganzen Fugenfläche auftritt. Bei ordnungsmäßiger Ausführung, bei der sich zwischen der gutgereinigten Felsoberfläche und dem aufgehenden Beton oder Mauerwerk eine Mörtellage befindet, darf vorausgesetzt werden, daß sich unter dem größten Teil der Berührungsfläche kein Hohlraum und keine Fuge befindet, in der sich Druck entwickeln könnte. Dies ist nur in den zwischen den einzelnen Felsstücken befindlichen Fugen möglich und außerdem in den unter den einzelnen Felsstücken vorhandenen, mehr oder weniger wagerechten, nächsttieferen Lagerfugen. Liegen diese tief, und ist anzunehmen, daß das nebenliegende Gestein dem Indiehöhedrücken der einzelnen Felsstücke erheblichen Widerstand leisten würde, so kann ein Teil des Unterdruckes unter der Mauer — der Fläche nach gerechnet — vernachlässigt werden. Skizzenhaft ist das etwa folgendermaßen zu denken, Abb. 4.

Liegen die mit Unterdruck versehenen Flächen tief, so wirkt das Gewicht der darauf liegenden Felsteile günstig."

Die Vorstellung, die einen vollen Unterdruck auf der ganzen Sohlenfläche gelten läßt, würde voraussetzen, daß sich der Unterdruck nicht in einzelnen verästelten Gängen fortpflanzt, sondern in die Lagerfläche auf der Grenze von Mauerwerk und Fels hineinklemmt, so daß ein durchgehendes Wasserpolster vorhanden wäre. Eine solche Annahme ist weder begründet in dem wirklichen Befund einer geschlossenen Felsmasse, die, sofern auch einzelne Spalte, Risse und selbst offene Fugen vorhanden sind, doch ein geschlossenes Ganzes ist und ein tausendfach ineinandergreifendes Gefüge hat. Auch die erwähnten Versuchsergebnisse bieten dafür keinen stichhaltigen Anhalt. Vollständig offene Lagerfugen kommen nicht vor.

Die Annahme des vollen Unterdrucks führt schließlich bei der rechnerischen Durchführung zu Widersprüchen. Die Drucklinie tritt hierbei in Querschnitten von üblichen Abmessungen aus dem mittleren Drittel heraus. Soll dies nicht geschehen, so erhält man, wie bei der Talsperre von Marklissa, eine ungewöhnlich dicke Mauer mit sehr hohen Kosten. Bei der Talsperre von Mauer (Schlesien) stellte man diese weitgehenden Anforderungen wegen der hohen Kosten zurück, und in diesem Querschnitt tritt rechnungsmäßig bei Wirkung des vollen Unterdrucks die Drucklinie aus dem Kern heraus und so weit an die Luftseite der Querschnittsbegrenzung heran, daß die größten lotrechten Drücke 10,7 kg/cm² betragen. Dies bedeutet schon einen Rückzug der Verfechter des vollen Unterdrucks, die betonen, daß bei Öffnen der Lagerfugen die „Kerntheorie", d. h. die Forderung, daß die Drucklinie im mittleren Drittel des Querschnitts verbleiben müsse, keine Geltung mehr habe. Mir scheint dies eine nicht berechtigte Auffassung zu sein. Die Kantendrücke werden, wie bekannt, nach der Navierschen Lehre berechnet. Wenn die Drucklinie aus dem Kern herausfällt, so entstehen auf der entgegengesetzten Seite Zugspannungen. Man kann die Grundstütze unserer Statik doch nicht einfach über Bord werfen dort, wo sie unbequem wird. Die Kerntheorie behält, solange man grundsätzlich an ihr festhält, ihre Gültigkeit, welcher Auffassung man auch über den Unterdruck huldigt. Man muß dann die entstehenden Zugspannungen an der Wasserseite sorgfältig verfolgen. Die Gefahr eines Öffnens der Fugen wird dadurch sicherlich herbeigeführt, und das hat auf alle Fälle Bedenken für den Bestand des Bauwerkes.

Die Nordhauser Sperre hat keine eigentliche Sohlenentwässerung. Die eingelegten Abzugrohre im Mauerwerk beginnen erst in Höhe der Stollen. Immerhin tragen sie zur Entlastung eines etwaigen Auftriebes bei. Dazu kommt, daß der Untergrund und die Wasserwege sich in dem langjährigen Bestande wesentlich abgedichtet haben. Im Spätherbst 1905 nach der ersten Vollführung des Staubeckens wurden an den Ausmündungen der Entwässerungsrohre in den beiden Mauerstollen 3,73 l/s Abfluß gemessen. Im Jahre 1920 haben sich diese Sickermengen nach Mitteilung des Stadtbauamts bis auf 0,5 l/s vermindert. Zur weiteren Prüfung wurden im Juli 1921 Schürfgruben in der Talsohle und an den Berghängen am luftseitigen Fuße der Mauer bis auf den Fels ausgehoben. Diese ließen erkennen, daß hier kein Druckwasser vorhanden war. Während die Gruben an den Hängen ganz trocken blieben, sammelte sich in der in der Talsohle gelegenen Schürfgrube etwas Grundwasser drucklos an. Selbst wenn man annimmt, daß in der ersten Zeit nach dem Bau Unterdruck in gewissem Umfang aufgetreten sein mag, so ist aus dem Ergebnis dieser neueren Aufgrabungen und Beobachtungen zu schließen, daß er sich wesentlich vermindert haben muß, wenn er nicht ganz aufgehört hat. Die Erdanschüttung an der Wasserseite dürfte wesentlich bei der Zuschlämmung und Selbstabdichtung mitgewirkt haben.

Sympher, der bei einer Besichtigung der Talsperrenanlage im Juli 1921 zugegen war, nahm trotz allem zur Vorsicht — nach dem Vorgang an der Waldecker Sperre — die Höhe des Unterdruckes an der Wasserseite der Mauer, da eine planmäßige Sohlenentwässerung nicht vorhanden sei, durchschnittlich zu 0,8, an der Luftseite zu rd. 0,4 der Stauhöhe über der Gründungssohle an. Er untersuchte aber mit Rücksicht auf die Selbstabdichtung der Beckensohle noch die weitere Annahme

[1]) Genaueres darüber, auch Geschichtliches, s. Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen 1908, Heft 3; Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Band Talsperren, S. 265; Zeitschrift für Bauwesen 1919 S. 518.

[2]) s. Z. 1906 S. 670 u. f. sowie Zeitschr. f. Bauwesen 1904 S. 340.

bzw. 0,3 und prüfte schließlich wegen des günstigen Befundes der erwähnten Schürfgruben eine Druckhöhe von 0,6 an der Wasserseite und Null an der Luftseite, Abb. 3. Im ersteren Falle ging für die erhöhte Mauer die Drucklinie erheblich aus dem Kern heraus, und es entstanden rechnerisch Zugspannungen bis 2,1 kg/cm², die sich in den beiden andern Fällen auf 1,54 bzw. 1,43 kg/cm² ermäßigten. Mögen solche Zugbeanspruchungen in einem mehr als 16 Jahre alten Mauerwerk noch als zulässig in Betracht kommen können, so würden sie in frischem Mauerwerk bedenklich erscheinen.

Auch der Verfasser trug der gesamten Sachlage Rechnung und untersuchte den Fall eines dreieckförmigen Unterdrucks mit voller Höhe (h) an der Wasserseite, Abb. 3. Bei einer Fläche des Druckes bis 20 vH der Gesamtgrundfläche blieb die Drucklinie im mittleren Drittel. Bei 100 vH trat die Schlußkraft aus dem Kern heraus, lag aber noch im Querschnitt in einem Abstande von 3,2 m von der Luftseite.

Diese Frage hat, wie im vorliegenden Falle, so auch allgemein erhebliche wirtschaftliche Bedeutung. Man soll die Bauwerke nicht unnötig verteuern, indem man den Berechnungen Annahmen zugrunde legt, über die anerkanntermaßen Unklarheit herrscht. Ich halte es nicht für nötig, eine völlig ausreichende Sicherheit noch zu steigern, da dann oft ein für die Allgemeinheit bestehendes Bedürfnis nicht mehr mit vertretbaren Mitteln befriedigt werden kann. Und als ausreichend sehe ich nach den Ergebnissen aller dieser Beobachtungen und Untersuchungen für geschlossene Felslagen die Annahme eines **dreieckförmigen Unterdruckes an mit voller Stauhöhe an der Wasserseite** und der Stauhöhe null an der Luftseite, während als **gedrückte Fläche**, je nach Beschaffenheit, bis höchstens 20 vH der Gesamtgrundfläche anzusetzen sind. Für diesen Fall sollten die Drucklinie im Kern und die Beanspruchungen der Baustoffe und der Felssohle zulässige Werte haben. Läßt der Befund des Gründungsfelsens eine größere Wasserdurchlässigkeit vermuten, ein Fall, der bei deutschen Talsperren bisher wohl noch nicht vorgelegen hat, so wird sehr zu prüfen sein, ob ein solches Tal überhaupt für den Bau einer Talsperre geeignet ist. Eine sorgfältige planmäßige, aber nicht zu weit getriebene Entwässerung der Gründungssohle und des Mauerinnern sollte in jedem Falle stattfinden.

Die Randspannungen (Hauptspannungen).

Randspannungen sind diejenigen Beanspruchungen, die im Mauerwerk, auch an der Felssohle, in den äußersten Randfasern des Querschnittes gleichlaufend mit seiner Begrenzung auftreten. Diese Drücke sind erheblich größer: bis zum Zwei- und Zweieinhalbfachen, je nach der Neigung der äußeren Mauerböschung, der lotrechten Drücke. Wenn σ die Beanspruchung aus der Schlußkraft, σ_n die lotrechte und σ_r die Randspannung auf ein Flächenteilchen, Abb. 5, und ϑ_0 der Neigungswinkel der Tangente gegen die Lotrechte sind, so ist:

$$\sigma = \sigma_r \cos \vartheta_0, \quad \sigma_n = \sigma \cos \vartheta_0 = \sigma_r \cos^2 \vartheta_0$$

$$\sigma_r = \frac{\sigma_n}{\cos^2 \vartheta^0}.$$

Die Randspannungen überschreiten in der Regel die bislang im Talsperrenbau üblichen Beanspruchungen von 10 bis 12 kg/cm². Man darf dabei aber nicht übersehen, daß die bisherigen Berechnungen von Sperrmauern sich überwiegend nur mit den lotrechten Drücken beschäftigt haben. Man sollte die Randspannungen aber beachten. Dann kann es bei besserer Kenntnis und Verfolgung der Kraftwirkungen als zulässig erachtet werden, in der Inanspruchnahme der Baustoffe höher hinaufzugehen. Die Bruchfestigkeit eines festen Gneises, einer gesunden Grauwacke u. a. kann zu mindestens 1500 kg/cm², die des im Talsperrenbau üblichen Traß- oder Traßzementmörtels nach viermonatiger Erhärtung zu 250 bis 270 kg/cm² angenommen werden, für reinen Zementmörtel ebenfalls. Demgegenüber erscheinen Druckspannungen bis 30 kg/cm² und mehr in gut hergestelltem Bruchsteinmauerwerk, auch bei solch vorsichtig zu behandelnden Anlagen, wie es Talsperren sind, noch als zulässig, vorbehaltlich von Festigkeitsproben, die mit den in Betracht kommenden Baustoffen vorher zu machen wären. Eine besondere Beachtung erfordert allerdings die Überführung so hoher Spannungen in die Felssohle. Doch pflegt an dieser Stelle durch Anmauerung an die Felswand schon eine Verteilung auf größere Fläche zu erfolgen (s. nachstehend).

Im Nordhauser Entwurf für die Erhöhung ergab sich die errechnete größte Randspannung zu 17 kg/cm², die größte Scherbeanspruchung an der äußeren Böschung demgemäß zu 8,5 kg/cm², die bei ungünstiger Annahme des Unterdrucks in altem Mauerwerk unbedenklich erscheint.

Gleitsicherheit, Scherfestigkeit und Anmauerung an den Fels an der Talseite.

Neben der Druck- und Zugbeanspruchung kommt das wagerechte Verschieben einer Sperrmauer durch den Wasserdruck in Betracht. Dieser Umstand ist bisher meist viel zu wenig beachtet worden. Wenn man bestehende Mauern auf Gleitsicherheit untersucht, d. h. auf die Bedingung $N f \gtreqless W$, worin N das Gesamtgewicht der Mauer, W der wagerechte Schub (Wasserdruck) ist und der Reibungswert f gemeinhin $= 0{,}75$ angenommen wird, so findet man fast allgemein, daß $N f < W$ ist; die Mauern sind also nicht genügend sicher gegen Gleiten. Es gibt nun zwei Arten, wie man diese Sicherheit herbeiführen kann: man rauht die Felssohle auf und versieht sie mit künstlichen Auszackungen. Dann handelt es sich nicht mehr um das Gleiten einer abgeglichenen Mauersohle auf glattem Felsgrund, sondern um eine durch Mörtel innig verbundene Masse, die in sich zusammenhängt, wie eben einheitliches Mauerwerk auch. An Stelle des Gleitens wird die Scherfestigkeit im Fels bzw. im Mauerwerk in Anspruch genommen. Untersucht man daraufhin die üblichen Querschnitte, so erhält man aus $b\,\sigma_1 = W$ (b = Sohlenbreite, σ_1 Scherfestigkeit) den Wert $\sigma_1 = 2$ bis 4 kg/cm² bei gleichmäßiger Verteilung und 4 bis 8 kg/cm² bei dreieckförmiger Verteilung der Scherkraft über der Grundfläche, wie sie nach neueren Versuchen anzunehmen ist. Auch in den oberen Mauerschichten kann die Sicherheit gegen Verschieben nur in der Scherfestigkeit des Mauerwerks gefunden werden. In anderer Weise als durch die Scherfestigkeit kann z. B. auch der Widerstand gegen den wagerechten Schub des Wassers bei der in Pfeiler und Bogen aufgelösten Bauweise oder bei eisernen Talsperren nicht gefunden werden.

In der Gründungssohle kann man aber noch von einer zweiten Art des Widerstandes Gebrauch machen, indem man die luftseitige der Sperrmauer vorlagernde Felsbank in Anspruch nimmt, Abb. 6. Man war sich bei früheren Ausführungen dessen durchaus bewußt[1]) und führte solche Anmauerungen auch aus (Solingen, Nordhausen u. a.), aber man sah darin eine erhöhte Sicherheit, ohne davon rechnerisch Gebrauch zu machen. Heute tut man dies, weil die Notwendigkeit des sparsamen Bauens dazu drängt. Es liegt hier der Fall ähnlich wie bei der nachher zu besprechenden Bogenwirkung,

Abb 5. Randspannungen.

Abb. 6. Gleitsicherheit und Scherfestigkeit

und in beiden Fällen kennzeichnet sich ein Fortschritt der Bauweise, die ihre Berechtigung in dem Bestreben nach Kostenersparnis findet. Es liegt darin ein Nachgeben gegenüber den bisherigen strengeren Auffassungen, das aber nach dem Stande der besseren statischen Erkenntnis vertretbar ist.

Natürlich darf dies nur insoweit geschehen, als die Sicherheit nicht leidet, und deswegen muß man den Druck σ_2 der Steinwand begrenzen. Man darf diesen Fels nicht voll auf Druck beanspruchen wie Mauerwerk oder das Gestein an der Gründungssohle, weil Klüftigkeit, Bankung, Verwitterungsfugen usw. die Widerstandsfähigkeit zu beeinträchtigen pflegen. Die zulässige Inanspruchnahme muß daher im Einzelfalle beurteilt werden. Über 7 bis 8 kg/cm² wird man auch bei lagerfestem Gestein wohl kaum zulassen dürfen, wenn man von folgender Überlegung ausgeht: In den oberen Felslagen unter der Talüberlagerung muß man mit fortschreitender Verwitterung im Laufe der Jahrzehnte rechnen. Nimmt man hier ein mittelfestes Gestein, wie Porphyr, Gneis, Grauwacke, mit nur etwa 1100 kg/cm² Druckfestigkeit an und setzt die Scherfestigkeit = 0,07 der Druckfestigkeit, so ergibt sich diese zu 77 kg/cm² und bei zehnfacher Sicherheit zu 7,7 kg/cm².

Man hat also die beiden Bedingungen, Abb. 6:

$$1)\ \sum V f + \sigma_2 h_1 \gtreqless W,$$

$$2)\ b\,\sigma_1 + \sigma_2 h_1 \gtreqless W.$$

Ist Erdanschüttung vorhanden, so ist auch der wagerechte Druck E zu berücksichtigen, und zu V kommt bei geböschter Wasserseite noch die Auflast A_{r_0} (Wasser) und A_e (Erde) hinzu. Man kann beide Rechnungen nach 1) und 2) durchführen und muß zweckmäßig beiden Forderungen Genüge tun, d. h. hiernach ΣV (Mauergewicht) und b (Sohlenbreite) einrichten. Man hat bei diesem neueren Vorgehen unter Berücksichtigung der Anmauerung demnach die Wahl, ob man die Sohle b breiter und den Eingriff h_1 weniger tief machen will, oder ob man umgekehrt bei schmaler Sohle tiefer in den Felsgrund greifen soll. Die Frage ist daher bis zu einem gewissen Grad auch eine Kosten- und wirtschaftliche Angelegenheit und kann durch vergleichende

[1]) s. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Band Talsperren, 1913 S. 259.

Überschläge dieser Art geklärt werden. Ob man einen Eingriff von 2 m, der im allgemeinen nötig ist, um auf festen Fels zu kommen, oder von 4 m macht, ist doch wesentlich, da die Kosten des Felsenhubes mit der Tiefe infolge Wasserabführung, Massenhebung u. a. m. stark zu wachsen pflegen.

Ein Gleiten der Nordhauser Sperrmauer auf dem Untergrunde steht nun erst in zweiter Linie, da die Gründungssohle des Felsens unregelmäßig und mit Auszackungen und treppenförmigen Absätzen versehen war. Die Mauerung ist durch den Mörtel unmittelbar an die Felssohle gekittet, und somit ist ein fester Verband, wie oben dargelegt, vorhanden. Es könnte also ein seitliches Verschieben durch den Wasserdruck erst stattfinden, nachdem die Scherfestigkeit in diesen Stoffen überwunden ist.

In der Scherbeanspruchung ändert sich durch den etwaigen Unterdruck nichts, da dieser als senkrecht von unten wirkende Kraft ansetzt, also auf die wagerechten Beanspruchungen keinerlei Einfluß ausübt. Die Scherbeanspruchung in der Gründungssohle der erhöhten Mauer berechnet sich hiernach für den vorliegenden Fall bei gleichmäßiger Verteilung über die Sohle zu 2,3 kg/cm²; sie würde auch bei dreieckförmiger Verteilung die zulässige Grenze noch nicht überschreiten.

Anders liegen die Dinge, wenn man den Gleitwiderstand berechnet. Dieser ist, wie wir gesehen haben, abhängig von der senkrechten Last der Mauermassen, und diese wird um so weniger wirksam, je größer der Unterdruck ist. Es steht hiernach die Inanspruchnahme der luftseitigen Felsbank mit der Annahme über den Unterdruck in Zusammenhang. Wollte man lediglich den Reibungswiderstand in der Gründungssohle in Ansatz bringen mit $f = 0{,}75$, so wäre dieser Widerstand gegen den wagerechten Schub des Wassers nicht ausreichend. Wenn man nicht das Gewicht des Mauerwerks ΣV in dem Maße durch Verstärkung der Mauerabmessungen vergrößern will, daß mindestens $\sum Vf = \frac{h^2}{2}$ wird, so muß die Anmauerung an der Luftseite mit in Anspruch genommen werden. Bei den oben erwähnten Annahmen Symphers über den Unterdruck und einer 2 m hohen Anmauerung an die Felswand der Talseite ergab sich, daß diese mit 10,8, 7,1 bzw. 3,45 kg/cm² beansprucht wurde. Bei niedrigerer Anmauerung würde der Druck entsprechend größer sein.

Gewölbewirkung.

Wenn nach obigem selbst unter der ungünstigen Annahme des vollen dreieckförmigen Unterdrucks Bedenken für die Sicherheit der erhöhten Nordhauser Sperrmauer nicht obwalten können, so ist eine zweite Sicherheit in ihrer Gewölbewirkung geboten, da die im Grundriß nach einem kleinen Halbmesser gekrümmte Mauer den Schub des Bogens auf die seitlichen Felshänge zu übertragen fähig ist; gibt es doch steinerne Bogenbrücken von etwa derselben Krümmung.

Von der Bogenwirkung ist bei ausgeführten deutschen Anlagen bisher noch kein Gebrauch gemacht worden; man sah diese Wirkung als erhöhte Sicherheit an. Es mangelt auch zur Besprechung dieser für den Talsperrenbau äußerst bedeutsamen Frage der nötige Raum, und ich möchte deshalb ebenfalls auf die oben angegebene Quelle im Handbuch der Ingenieurwissenschaften Bezug nehmen. Nur das eine sei betont: Die Zeit drängt, das gesamte Widerstandsvermögen der Baukörper auszunutzen. Man muß sich bemühen, billig zu bauen bei voller Wahrung der Sicherheit. Bei einer Reihe ausgeführter Talsperren im Auslande ist von der Gewölbewirkung Gebrauch gemacht worden. Vergl. Z. 1922 S. 470.

Man hat dann zwei sich dem Wasserdruck entgegenstemmende Widerstände: die Stützmauer und den Bogen, von denen jeder seinen Anteil trägt, entsprechend den baulichen Verhältnissen der Sperre. Diese Verteilung läßt sich unter Zuhilfenahme der Elastizitätstheorie rechnerisch verfolgen, doch wird zur Vereinfachung meist der Bogen als allein tragend in die Rechnung eingeführt. Das ist zwar nur ein Annäherungsverfahren, das die Spannungsverhältnisse, Temperaturen und Durchbiegungen nicht berücksichtigt. Doch haben sich die danach berechneten amerikanischen Sperren „praktisch glänzend bewährt", wie die Schweizerische Bauzeitung[1]) betont: „noch keine einzige Bogen-Staumauer ist je eingestürzt und diese Tatsache vermag ganz zweifellos viele Bedenken theoretischer Art wenigstens zum eil zu beschwichtigen".

[1]) vom 6. August Heft 6 1922 S. 57

Man kann mit hinreichender Genauigkeit die auftreteren Beanspruchungen nach der Ringspannungsformel $\sigma = -$ [illegible], Abb. 7 und 8, berechnen, worin bedeutet

d die Dicke der Mauer in irgend einer Tiefe in m,
R den Krümmungshalbmesser in m,
t den Wasserdruck in der zugehörigen Tiefe in t/m²,
σ die Beanspruchung des Baustoffs in t/m².

Für die Nordhauser Sperre mit $R = 125$ m ergibt sich hi-nach die Beanspruchung $\sigma = 18$ kg/cm² an der Sohle und 21 kg/cm² in der gefährlichen Fuge in rd. 21 m Tiefe u Wasserspiegel der erhöhten Staumauer. Das sind Beansu-chungen, die dem alten Mauerwerk unbedenklich zugemutet w-den können, und die auch für die festen Felswände nicht u hoch erscheinen. Die Sperrmauer kann also, allein als Bon tragend, die gesamte Wasserlast aufnehmen; die Stützmaur-wirkung wird dann garnicht in Anspruch genommen.

Für den oberen neuen Mauerteil erhält man bei 3,4 m Wasserdruckhöhe eine Bogenbeanspruchung von 9,5 kg/cm². Dann würde der untere alte Teil und die Gründungssohle aus der Wasserlast eine vermehrte Spannung überhaupt nicht erfahren, soweit man nicht etwa die Auflast auf der schwach geböschten Wasserseite in Betracht ziehen will. Hiernach ist eine doppelte Sicherheit geboten.

Sympher stimmte meinen Darlegungen, daß die Gewölbewirkung ausgenutzt werden solle, zu, indem er schrieb: „Ungewiß darüber, welche Annahmen über den Wasserunterdruck tatsächlich zutreffen, könnte man immerhin zweifelhaft sein, ob für die Erhöhung des Wasserspiegels um 3,30 m genügende Sicherheit vorhanden ist. Die Zweifel an der Standsicherheit der Mauer schwinden aber, wenn deren Gewölbewirkung berücksichtigt wird. Die für die Sohle und für die 8,5 m darüber liegende Fuge ausgeführte Rechnung ergibt, daß in der als wagerechtes G-wölbe betrachteten Talsperrenmauer eine Ringspannung v 20,2 kg/cm² Druck vorhanden ist, der das alte Mau-werk sicher und der seitliche Felsen wenigstens soweit g-wachsen ist, als zur Ergänzung des Widerstandes gegen Gl-ten der Mauer auf der Sohle erforderlich sein könnte. Es da also mit Sicherheit angenommen werden, daß, wenn bei beso-ders ungünstigem Wasserunterdruck die Talsperre als einfac Mauer vielleicht zu stark beansprucht werden würde, sie do in ihrer weiteren Eigenschaft als starkes Gewölbe zwisch guten, seitlich am Ausweichen gehinderten Felswänden ein solchen Rückhalt an Stärke findet, daß die Erhöhung des Sta spiegels um das geplante Maß von 3,30 m sicher vorgenomm werden kann."

Abb. 7 und 8. Bogenwirkung der Talsperren.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß Talsperren n aller Gewähr für die Standsicherheit erbaut werden müssen, u das hat auch im vorliegenden Falle gegolten. Immerhin müss die Forderungen nach Sicherheit eine Grenze haben, die dur Tatsachen, Erfahrung und unsere Erkenntnis gegeben ist, u nicht Unternehmungen, die in hohem Maße wirtschaftlich sin unmöglich zu machen. Dieser Einsicht hat man sich nicht ve schlossen, und die Nordhauser Talsperre wird in der beschri benen Bauweise nach weiterer Durcharbeitung der Einzelheit ausgeführt werden. [1467]

Die Anwendung der Elektrizität zu Heizzwecken[1]).

Von Dr.-Ing. Edgar Zeulmann, Regierungsrat, Berlin-Schöneberg.

Übersicht über die Anwendung insbesondere für Industrie und Gewerbe. — Die elektrisch erzeugte Wärme wird zu Kochzwecken sowie zur Beheizung von Räumen, Arbeitsmaschinen, Geräten, Werkzeugen und von Geweben ausgenutzt.

Die Ausnutzung elektrischer Energie zur Wärmeerzeugung ist dann von wirtschaftlicher Bedeutung und vorteilhaft, wenn aus Wasserkraft, Abfallwärme oder ähnlich gewonnene Energiemengen zur Verfügung stehen, z. B. in Süddeutschland, im Alpengebiet und in dem darin noch günstiger gestellten Ausland. Hierdurch ist es möglich, die immer wertvoller gewordene Kohle ausschließlich solchen Zwecken zuzuführen, für die das kostbare Naturprodukt nicht zu entbehren ist.

In vielen landwirtschaftlichen, gewerblichen und industriellen Betrieben wird die aus Elektrizität erzeugte Wärme zunächst vielfach zu

Kochzwecken

benutzt, z. B. in Molkereien und Brennereien, in Papierfabriken, Färbereien usw. Die Dampf- oder Wärmeerzeuger können hierbei auch als Wärmespeicher dienen, sei es, daß sie selbst für eine Wärmespeicherung entsprechend groß bemessen, oder daß besondere Wärmespeicher von großem Fassungsvermögen (Ruthsspeicher) neben den eigentlichen Dampfkesseln aufgestellt werden. Eine Wärmespeicherung ist insbesondere dann erforderlich, wenn der dauernden Entnahme von Elektrizität während der Nachtstunden eine verhältnismäßig nur kurzzeitige tägliche Ausnutzung der aufgespeicherten Wärme gegenübersteht. Solchen

Abb. 1. Elektroden-Dampfkessel.

a feststehendes Isolierrohr
b verstellbares Isolierrohr
c Elektrode
d motorisch angetriebene Wasserumlaufpumpe.

Wärmespeichern kommt auch als Ergänzung bestehender brennstoffbeheizter Dampfkesselanlagen hohe Bedeutung zu, wenn z. B. infolge der Eigenart eines Fabrikationsvorganges oder im Winter für die Heizung von Fabrikräumen ein verstärkter Dampfbedarf vorhanden ist.

Was die Kostenfrage einer elektrischen Dampferzeugungsanlage betrifft, so dürfen bei vergleichenden Berechnungen der Anlage- und Betriebskosten nicht einfach die alleinigen Kosten der elektrischen Einrichtung denen einer brennstoffbeheizten Anlage gegenübergestellt werden, ebensowenig die Kosten des Brennstoffes dem Strompreis. Es sind vielmehr noch alle Nebenumstände, wie die Kosten der baulichen Einrichtung, der Raumbedarf für Kohlen- und Öllagerung usw. in Rechnung zu ziehen. In vielen Fällen wird der elektrisch beheizte Dampfkessel, der fast keiner Wartung bedarf, dem brennstoffbeheizten Kessel vorzuziehen sein, zumal bei diesem die Heranschaffung der Brennstoffe, die Fortschaffung der Asche usw. erhebliche Personalkosten erfordern.

Die Elektrizität kann im Innern eines elektrischen Heizkessels auf verschiedene Weise in Wärme umgewandelt werden, entweder durch unmittelbare Erhitzung des Wassers zwischen Wechselstromelektroden, wobei das Wasser selbst den elektrischen Widerstand bildet, oder durch Drahtwiderstände, die in die Kesselflüssigkeit eintauchen, oder schließlich auch durch Heizdrahtspiralen, die innerhalb oder außerhalb der Siederöhren eingebaut sein können. Über verschiedene Bauarten von Elektrodampfkesseln ist bereits in Z. 1922 S. 7 berichtet worden.

Einen Elektrodenkessel mit besonderer Regelung zeigt Abb. 1. Die Dampferzeugung wird hierbei durch senkrecht verstellbare Isolierrohre beeinflußt, die die Elektroden konzentrisch umgeben. Eine motorisch angetriebene Umwälzpumpe bewirkt einen beschleunigten Wärme- und Wasseraustausch, sowie die Kühlung der Elektroden. Hochspannungselektrodenkessel werden für Spannungen bis 15 000 V und mehr ausgeführt und sind insbesondere für große Leistungen von mehreren Tausend kW geeignet. Daß mit derartigen Elektrodenkesseln wesentliche Ersparnisse an Brennstoffen möglich sind, beweist eine von den städtischen Elektrizitätswerken in München aufgestellte Dampfkesselanlage; sie hat etwa 2500 kW Aufnahmefähigkeit bei unmittelbarem Anschluß an eine 5000 V-Drehstromleitung und nutzt zur Bereitung von Warmwasser für eine große Badeanstalt die Abfallkraft der Leitzachwerke während der Nachtstunden aus. Während des halbjährigen Versuchsbetriebes konnten mit diesem Kessel täglich etwa 2 t Kohlen gespart werden.

Abb. 2 zeigt einen für die Dampferzeugung durch Widerstanderhitzung ausgebildeten elektrischen Heizkörper, der Widerstandsdraht ist auf einen Isolierkörper gewickelt. Um Warmwasser oder Dampf zu erzeugen, benutzt man vielfach auch Heizpatronen, die in die Siederohre vorhandener Kessel eingebaut werden. Diese Patronen, Abb. 3, bestehen aus einem schmiedeisernen Stab von fast rechteckigem Querschnitt mit beiderseits in Mikanit gebetteten Heizwiderständen, die seitlich durch Fassoneisen vom Querschnitt des Kreissegmentes begrenzt sind.

Zur Bereitung von heißem Wasser in kleineren Mengen, wie sie in gewerblichen Betrieben, in der Landwirtschaft und Haushaltungen vielfach gebraucht werden, dienen die sogenannten Heißwasserspeicher, Abb. 4. Ein wärmeempfindliches Organ (Thermostat) dient hierbei zum Ausschalten des Heizstromes, wenn die Wassertemperatur über einen bestimmten Grad gestiegen ist. Der Thermostat besteht im vorliegenden Fall aus einer Bimetallfeder, die sich bei Erwärmung durchbiegt, und dadurch einen Kontakt beeinflußt, der die Schaltspule eines Fernschalters betätigt. Bei der

Beheizung von Räumen

mittels Warmwasser finden elektrische Durchlauferhitzer Verwendung, die in vielen Fällen in Verbindung mit einem Kohlenkessel betrieben werden. Dies ist besonders vorteilhaft, wenn

Abb. 2. Elektr. Heizkörper für Widerstandsheizung.

Abb. 3. Querschnitt einer elektrischen Heizpatrone.

a Heizdraht b Mikanit
c Eisenkörper.

Abb. 4. Heißwasserspeicher mit Thermostat und Fernschalter.

a Thermostat
b Fernschalter
c Heizwiderstände.

die elektrische Heizung als Ergänzung oder als Ersatz für eine bestehende, brennstoffbeheizte Warmwasseranlage herangezogen wird. Abb. 5 veranschaulicht die schematische Anordnung einer derartigen Warmwasseranlage. Mit Hilfe besonderer nach Art von elektrischen Heizpatronen gebauter Einsatzkörper ist auch die Möglichkeit gegeben, vorhandene mit Wasser gefüllte Radiatoren einer Zentralheizanlage bei auftretendem Wärmebedürfnis

[1]) Vergl. Dr. Passavant, „Die Elektrizität als Wärmequelle in Haushalt, Gewerbe und Industrie" Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke 1922 Nr. 321.

einzeln elektrisch zu heizen, ohne die ganze Heizanlage deswegen in Betrieb setzen zu müssen. Der Heizkörper nach Abb. 6 soll eine Heizfläche schaffen, die eine wesentliche Staubablagerung und -verbrennung und damit eine Luftverschlechterung vermeiden soll. Die auf flache Isolierkörper gewickelten Widerstandsdrähte sind vollkommen von der Außenluft abgeschlossen, da sie in ein mit dünnwandigen Rippen versehenes, zweiteiliges Gußeisengehäuse eingekapselt sind. Die im Heizwiderstand erzeugte Wärme wird unmittelbar auf das Rippengehäuse übertragen und nach außen abgegeben. Da sich die Oberfläche des Rippenheizkörpers auf nicht mehr als 100° C erwärmen kann, so ist diese Temperatur zu gering, um ein Verkohlen von Staubteilchen, die sich auf dem Heizkörper etwa angesammelt haben, herbeizuführen. Dieser Heizkörper findet vorteilhaft Anwendung in feuergefährlichen Betrieben, wie Spinnereien, Mühlen oder Fabriken, in denen explosible Gase verarbeitet werden, schließlich zum Heizen von Untergrundbahnen, bei denen erhebliche Ablagerungen von Metallstaub infolge von Schienenverschleiß auftreten.

Für die Raumheizung durch Aufspeichern elektrisch erzeugter Wärme, gibt der Ofen, Abb. 7 und 8, ein Beispiel. Der Speicherkörper besteht hier aus einem Heizkern aus wärmespeichernder Masse, z. B. Zement, Speckstein, Schamotte oder dergl., der durch Heizdrähte, in seinem Innern angeordnet, erwärmt wird und seine Wärme durch Wärmeausstrahlung der Außenflächen wie bei den üblichen Kachelöfen abgibt. Ein derartiger Ofen für einen Raum von etwa 50 m³ Inhalt erfordert einen Stromverbrauch von 3 kW. Mit Wärmespeicherung arbeiten übrigens auch die gemauerten elektrisch beheizten Backöfen. Hierbei sind die Heizkörper für den Backraum in der Backfläche und in dessen Decke untergebracht, so daß die Wärme gleichmäßig verteilt wird. Unter- und Oberhitze sind je für sich regelbar, damit die für jedes Gebäck nötige Temperatur erzielt werden kann.

Ist der Wärmebedarf in dem zu beheizenden Raum an sich nur gering, dann finden die seit einiger Zeit auf den Markt gebrachten Wärmestrahler, Abb. 9, Anwendung, insbesondere als Übergangsheizung für Wohnräume. Die Heizdrahtspirale ist hier auf einen Isolierkörper aus hitzebeständigem Stoff aufgewickelt; die erzeugte Wärme wird von einem Wärmereflektor in den zu beheizenden Raum ausgestrahlt.

Zum Erwärmen großer Räume, z. B. von Fabriken, Sälen usw. eignet sich besonders die Linearheizung. Sie wird aus einzelnen Heizröhren gebildet, die ähnlich wie die Röhren einer Niederdruckdampfheizung durch den ganzen zu beheizenden Raum geführt werden. Im Innern der Röhren, die gleichzeitig elektrisch und mechanisch miteinander gekuppelt werden können, sind lineare elektrische Heizleitungen unverrückbar fest angeordnet, die die erzeugte Wärme auf den Außenraum übertragen. Derartige Heizkörper sind gegen äußere Einflüsse unempfindlich und vertragen große Überlastungen. Auf ähnliche Art sind auch die Heizkörper zur Kirchenbeheizung ausgebildet. Sie werden längs den Sitzwänden auf den Boden geschraubt und dienen gleichzeitig als Fußschemel, nachdem sie mit entsprechender Abdeckung versehen worden sind. Für die Fußbankheizkörper hat sich eine Belastung von 270 W/m auch bei strengster Winterkälte als ausreichend erwiesen.

Eine andre Ausführungsform für die Lufterwärmung ist aus Abb. 10 und 11 ersichtlich. Die zu erhitzende Luft strömt durch einen Blechbehälter zwischen elektrischen Heizschläuchen in den zu beheizenden Raum.

Der einzelne Heizschlauch, Abb. 12, besteht aus einem schraubenförmig aufgewundenen profilierten Metallband mit isolierender Zwischenlage, so daß der Strom den Schlauch spiralig durchfließt. Der Heizschlauch hat in sich genügenden Halt und ausreichende Festigkeit; er wird innen und außen von Luft umspült und ermöglicht eine sofortige, gleichmäßige Wärmeabgabe. Durch Anordnung mehrerer Schläuche nebeneinander in Reihen- oder Parallelschaltung ergibt sich der Zusammenbau zu Heizregistern. Infolge der schornsteinartigen Wirkung der aufrechtstehenden Heizelemente findet ein starker Luftumtrieb statt und damit eine rasche und gleichmäßige Wärmeverteilung im Heizraum. Dies ist besonders von Bedeutung bei der Verwendung derartiger Heizschläuche für Trockenöfen, Dörranlagen usw. Man kann auch Flüssigkeiten auf diesem Wege erwärmen, wie z. B. durch Berieselungserhitzer, die zum Erwärmen und Sterilisieren der Milch in Molkereien dienen. Die Milch läuft hierbei über elektrisch beheizte Schläuche und verläßt den Berieselungsraum mit der gewünschten Temperatur.

Abb. 5. Schematische Anordnung einer Warmwasserheizung mit Durchlauferhitzer, beide Apparate nicht absperrbar.

a Kohlenkessel, *b* Steigrohre, *c* elektrischer Durchlauf-Erhitzer, *d* Fallrohre, *e* Schaltkasten für das Zuführungskabel.

Abb. 6. Elektrischer Heizkörper mit rippenartigen Gehäusen.

Abb. 7 und 8. Wärmespeicher-Ofen für Raumheizung.

a Stromzuführungen
b Kieselgur
c Luftkanal
d Schamotte
e Heizwicklung
f Heizkern.

Durch die elektrische Beheizung von Trockenanlagen werden die Mängel, die sonst bei der Gas- oder Koksheizung auftreten vermieden; z. B. ungünstige Einwirkung der Verbrennungsprodukte auf das Trockengut, wenn unmittelbare Beheizung des Trockenraumes gewählt wird, ferner Feuergefährlichkeit, wenn der vom Trockengut abgegebene Dunst brennbar ist, beispielsweise in Lackieröfen, schließlich die Schwierigkeit, die Temperatur in den Trockenbehältern selbsttätig innerhalb bestimmter Grenzen zu regeln. In neuerer Zeit haben namentlich elektrisch beheizte Dörr- und Trockenapparate sowie Röstapparate weite Verbreitung gefunden. Infolge der Möglichkeit, die Temperatur nach Belieben zu regeln, kann man das Dörrgut auf elektrischem Wege bei niedriger Temperatur von höchstens 35 bis 50 ° C trocknen, so daß sich die Veränderung im Aussehen und Geschmack des Dörr-

Abb. 9. Wärmestrahler.

Abb. 10 und 11. Elektrischer Heißluftofen.

Abb. 12. Heizschlauch nach Brockdorff-Witzmann

a Anschlußschelle
b Isolator
c Befestigungsschelle
d profiliertes Metallband
e Asbestfaden als isolierende Zwischenlage.

ntes kaum nachteilig bemerkbar macht. Das Trocknen kann hier-
ei durch Wärme allein oder durch Luftbewegung oder durch
eide Mittel zugleich erreicht werden.

Auch zum Trocknen von Getreide oder Futtermitteln be-
ient man sich der elektrischen Heizung. Das Dörrgut wird,
enn es sich um große Mengen handelt, zweckmäßig auf einem
ndlosen Förderband an den elektrischen Heizkörpern vorbeibe-
egt, oder das Förderband wird selbst elektrisch beheizt.

In Amerika hat man auch eine Röstmaschine für den Groß-
etrieb zum Rösten von Kaffeebohnen oder ähnlichen Hülsen-
üchten ausgebildet. Die Heizkörper sind hier an der innern
andung der Trommel angeordnet, die motorisch angetrieben
ird, ebenso wie der Ventilator, der Frischluft durch die hohle
elle der Trommel treibt. Elektrische Heißluftöfen mit Ventila-
oren für 200 bis 300° C Lufttemperatur dienen schließlich auch
Gießereien zum Austrocknen von Gießereiformen.

Für die

elektrische Beheizung von Arbeitsmaschinen, Geräten und Werkzeugen

nd folgende wärmetechnische Richtlinien maßgebend:

1. Die Wärmequelle ist so nahe wie möglich an die zu be-
eizenden Teile heranzubringen und so innig wie möglich mit
nen zu verbinden. Wenn möglich, sind elektrische Vorgänge
dem Arbeitstück selbst zur Wärmebildung auszunutzen; bei
rwärmung von Eisen durch Ausnutzung der Ummagnetisierung,
on andern Metallen durch Wirbelströme.

2. Die beheizte Arbeitsmaschine soll derart gestaltet sein, daß
n Wärmeübergang von der Arbeitstelle in die übrigen Teile
er Maschine unterbunden wird. Dies bedingt eine sorgfältige
ormgebung der Maschine selbst, wie
uch die zweckentsprechende Einschaltung
eeigneter Isolierstoffe und Isolier-
chichten, die aber den bei dem Arbeits-
organg auftretenden mechanischen und
hermischen Beanspruchungen gewachsen
ein müssen.

Abb. 13. Elektrische Heiztrommel.

Abb. 14.
Elektrisch mittels Heizpatrone geheizte Prägepresse.
a Wärme-Isolierschicht *b* Heizelement *c* Eisenkörper.

Abb. 15. Elektrisch beheizte Ziehform für Schachteln und Kartons.

3. Etwaige Wärmeaufspeicherung z. B. in Schmelzöfen,
ügeleisen und ähnlichen Vorrichtungen, während in andern
ällen der Arbeitsvorgang so verlaufen muß, daß mit der Unter-
rechung der Wärmezufuhr auch die Wärmewirkung aufhört.

4. Sorgfältige Feststellung der erforderlichen Temperatur
nd deren genaue Innehaltung während des ganzen Arbeitsvor-
anges. Jede Überschreitung der günstigen Arbeitstemperatur
edingt Verluste und Verschlechterung des Wirkungsgrades.

5. Sorgfältige Verteilung der Wärme auf diejenigen Stellen,
e insbesondere zu erwärmen sind; wenn der Betrieb es erfor-
ert, gleichmäßige Verteilung durch entsprechende Anordnung der
eizkörper.

Bei den Arbeitsmaschinen spielen vor allem die elektrisch
eheizten Trommeln eine wichtige Rolle; denn diese Heiztrommeln
erden in zahlreichen Betrieben für alle möglichen Zwecke mit
rfolg angewandt. Erwähnt seien hier z. B. die elektrische Be-
eizung von Kalandern in Papierfabriken oder von Trockentrom-
eln in Färbereien oder von Maschinen zur Herstellung von gum-
ierten Briefumschlägen. In kleinerem Maßstabe wird die Heiz-
ommel verwendet zum Trocknen von Lichtpausen in großen tech-
ischen Bureaus oder als Plätt- und Bügelmaschine in Wasch-
nstalten, Hotels, Wäschefabriken und Krankenhäusern.

Das Innere einer solchen elektrischen Heiztrommel, Abb. 13,
esteht im wesentlichen aus einer größeren Anzahl von Heizdraht-
pulen, die in Längsrichtung nahe am Trommelmantel angeordnet
nd und diesen gleichmäßig beheizen. Die Stromzuführungs-
rähte werden isoliert durch die hohle Welle zu Schleifringen ge-
ihrt. Die Heizkörper werden mit der höchsten Energieaufnahme
ngeheizt, während zum Warmhalten auf geringere Energieauf-
ahme umgeschaltet wird.

Für andre Maschinen, die mit Preßplatten, Prägestempeln
nd dergl. arbeiten, bietet ebenfalls die elektrische Heizung er-
ebliche Vorteile. Mit Hilfe entsprechend geformter elektrischer
eizelemente ist es möglich, beliebige Maschinenteile für den Ar-
eitsvorgang anzuwärmen, wobei durch Anordnung von Isolier-
chichten ein Übergang von Wärme auf die übrigen Teile der Ar-
eitsmaschine auf ein Mindestmaß beschränkt werden kann. Elek-
risch geheizte Preßteile finden ausgedehnte Anwendung bei Präge-
ressen, Stoffpressen, Lederpressen, Steinpressen, Preßmaschinen
in Schallplattenfabriken und Buchdruckereien, Kartonnagemaschi-
nen usw.

Preßmaschinen der genannten Art können elektrisch geheizt
werden durch Anordnung der Heizelemente in einer unter die An-
hängeplatte, den Preßteil oder den Prägekopf geschraubten Nuten-
platte oder aber durch Einlegen von Heizkörpern in die vorhan-
denen Bolzenlöcher des Prägekopfes. Die erste Anordnung hat
den Vorteil, daß die Wärme unmittelbar an der Gebrauchstelle
erzeugt, die Energie also am günstigsten ausgenützt wird. Ferner
steht bei dieser Anordnung für die Heizeinrichtung meistens eine
verhältnismäßig große Fläche zur Verfügung, so daß die Heizele-
mente infolge der Möglichkeit einer reichlichen Bemessung elek-
trisch nur gering beansprucht werden. Dem stehen etwas höhere
durch die Nutenplatte bedingte Anschaffungskosten oder eine
mäßige Gewichtvermehrung der Anhängeplatte gegenüber. In die
Nuten der Platte werden flache Heizelemente eingelegt und nach
oben zwecks Wärmeisolierung mit Asbest abgedeckt. Beim An-
ziehen der Befestigungsschrauben der Nutenplatte werden die Heiz-
elemente in die Nuten gepreßt, wodurch sie in innige Berührung
mit dem zu erwärmenden Maschinenteil kommen.

Bei der Bolzenlochbeheizung ist der verfügbare Raum für die
Unterbringung der Heizkörper beschränkt; diese müssen deshalb
erforderlichenfalls stärker belastet werden. In die Bolzenlöcher
werden entweder Glühstäbe aus Siliziumkarbid eingeführt, die
allerdings den Nachteil eines höheren Energieaufwandes infolge
der Erwärmung des ganzen Präge- oder Preßkopfes aufweisen,
oder aber die Bolzenlöcher werden nach der aus Abb. 14 ersicht-
lichen Anordnung beheizt, die z. B. zur fabrikmäßigen Herstel-
lung von Schallplatten benutzt wird. Der dem zu beheizenden
Gegenstand zugekehrte Teil der Bolzenlöcher nimmt einen als
Wärmespeicher dienenden Eisen-
block, der abgekehrte Teil dagegen
zweckmäßig die wärmeisolierende
Schicht oder Masse auf. Zwi-
schen beiden befindet sich das plattenförmige Heizelement. Bei
den beiden genannten Einrichtungsarten sind die Heizkörper leicht
auswechselbar.

Schließlich zeigt Abb. 15 eine elektrisch beheizte Ziehform,
die in Kartonnagenfabriken zum Herstellen von Schachteln be-
nutzt wird. Der elektrische Heizwiderstand ist in der Ummante-
lung des oberen Teiles untergebracht. Bei den sogenannten Stem-
pelpressen zum Einpressen von Zahlen, Zeichnungen, Ornamen-
ten, die in der Schuhindustrie vielfach Eingang gefunden haben,
ist der Heizkörper in Form einer Ringheizung an dem Stempel an-
gebracht. Ähnliche Heizeinrichtungen haben auch die Stempel-
pressen der Zelluloidindustrie, in der Knöpfe, Kämme, Schmuck-
stücke usw. gepreßt werden. Der Vorteil der elektrischen Be-
heizung gegenüber anderen Beheizungsarten besteht vor allem
bei diesen Arbeitsmaschinen darin, daß sie vollkommenen Schutz
gegen Feuergefahr bieten.

Ein andres Anwendungsgebiet für die elektrische Wärmever-
wertung bilden elektrisch beheizte Tiegelschmelzöfen zum Schmel-
zen von Metallen aller Art, ferner von Chemikalien, konsistenten
Fetten, Wachs usw. Solche Schmelzöfen finden in Eisen- und
Stahlgießereien, Bearbeitungswerkstätten für Edelmetalle, chemi-
schen Fabriken usw. ausgedehnte Anwendung. Im ersteren
Fall wird der Tiegel durch elektrischen Widerstand geheizt,
wobei der Tiegel selbst den Widerstand beim Stromdurchgang
bildet. Als Heiztiegel kommen nur leitende Tiegel, ferner
Kohle- und Graphittontiegel in Betracht. Für Schmelzgut, das
nicht mit Kohle in Berührung kommen darf, werden entspre-
chende Einsatztiegel benutzt. Der Strom wird vom Transforma-
tor durch zwei Kohlenelektroden mit wassergekühlten Haltern zu-
geführt, wobei der Tiegel in axialer Richtung vom Strome durch-
flossen wird. Die Wärme regelt man durch Änderung der Span-
nung, z. B. durch Anzapfungen am Transformator. Der Energie-
verbrauch richtet sich nach der Schmelztemperatur, dem spezifi-
schen Gewicht und der Schmelzwärme des Gutes[1]). Zum Schmelzen
von 100 kg Eisen sind 140 kWh, von 100 kg Kupfer 60 kWh
erforderlich. Zum Schmelzen von Metallen mit niedriger Schmelz-
temperatur wie Zinn, Blei, ferner von Wachs, Harzen usw. ist

[1]) Vergl. W. Schulz: Elektrische Heizung im Maschinenbau, Z. 1913 Bd. 57 S. 1092.

die Beheizung durch gewöhnliche Heizpatronen üblich. Das Gleiche gilt auch bei den elektrisch beheizten Schmelzkesseln in der Schokoladenindustrie und den Vulkanisiereinrichtungen.

Abb. 16 und 17 zeigen ein kleines Zinnschmelzbad, das in Telephonfabriken zum Verzinnen von verdrillten Drähten vielfach angewandt wird. In der Mitte befindet sich ein das Schmelzgut fassender eiserner Körper, der durch eine besondere Isolierschicht gegen Wärmeverluste geschützt ist. Durch eine elektrische Heizpatrone oder sonstigen Heizwiderstand, z. B. durch Glühstäbe im Unterteil, wird der Ofen elektrisch erwärmt. Der Energieverbrauch eines solchen Schmelzbades liegt zwischen 100 und 200 W.

Schließlich findet in der keramischen Industrie, in Porzellan- und Glasfabriken die elektrische Beheizung der Öfen vielfach Anwendung zur Vornahme von Brennproben, die vor dem betriebmäßigen Brand vorgenommen werden sollen, ferner für feinere Arbeiten, wie Einbrennen von Farben in Gläser, Porzellan usw. Die aus Schamotte u. dergl. bestehenden Ofenwände werden häufig auch mit einer den Widerstandleiter bildenden, schwer schmelzbaren Metallschicht belegt oder es wird auch durch Tränken der porösen feuerfesten Steine mit metallischen Lösungen auf chemischem Wege eine stromleitende Schicht hergestellt, die dann als Heizwiderstand dient.

Abb. 16 und 17. Zinnschmelzbad.
a Heizwiderstand
b Eisenkörper zur Aufnahme des Schmelzgutes
c Wärmeisolierschicht.

Abb. 18. Elektrischer Glüh- und Härtofen.

Die Elektrizität dient ferner als Wärmequelle beim Härten von Werkzeugen und Konstruktionselementen, sowie zur wärmetechnischen Nachbehandlung von Einsatzgut. Die Wärme erzeugt man im Glüh- und Härtofen, wie Abb. 18 schematisch zeigt, innerhalb eines Salzbades durch Wechselstrom von niedriger Spannung und hoher Stromstärke zwischen zwei Eisenelektroden. Mit Hilfe eines Reguliertransformators können alle Temperaturen bis 1350° C, die sich zum Härten von Schnelldrehstählen noch als notwendig erweisen, erreicht und an der Hand eines Pyrometers genau eingestellt werden. Da sich durch die elektrische Beheizung das Glühgut sehr schnell und gleichmäßig erwärmt, wird eine große Leistungsfähigkeit des Ofens erzielt, so daß eine Massenhärtung möglich ist. Bei andern Bauarten werden für den gleichen Zweck Muffelöfen benutzt, die mit Glühstäben aus Silit elektrisch beheizt werden. Diese Silitstäbe sind an den Seiten im Innern der Muffel senkrecht stehend angeordnet und zu Gruppen zusammengefaßt, die in Reihe, parallel oder im ganzen ein- und ausgeschaltet werden können. Die Einspannenden der Stäbe sind mit Rücksicht auf die Stromzuführung verdickt; zum Glühen wird nur das dünne Mittelstück gebracht. Diese Muffelöfen können ohne Zwischenschaltung eines Transformators an alle Stromarten bis 550 V Netzspannung angeschlossen werden.

Ein nicht minder wichtiges Gebiet der Elektrobeheizung ist das der elektrischen Schweißung. Bei beiden Arten: der Widerstandschweißung und der Lichtbogenschweißung, wird im Gegensatz zu allen andern Schweißverfahren die Wärme nicht von außen nach innen übertragen, wobei erhebliche Wärmeverluste auftreten, sondern der elektrische Strom wird unmittelbar zur Schweißstelle geleitet und erzeugt gewissermaßen von innen heraus die Schweißwärme. Bei der Widerstandschweißung wird der innere und Übergangswiderstand des Schweißgutes selbst zur Umwandlung der elektrischen Energie in Wärme benutzt. Die Stromstärken sind hierbei außerordentlich hoch und gehen oft in die Größenordnung von 100 000 A, die Spannungen sind dabei aber niedrig und schwanken zwischen 0,5 und 20 V je nach Größe und Art des Schweißstückes. Die Hitze entwickelt sich in den elektrischen Schweißmaschinen innerhalb weniger Sekunden; [d]ie Schweißstelle ist in metallurgischer Beziehung außerordentli[ch] rein; ein Verbrennen des Schweißgutes ist ausgeschlossen. El[ek]trische Schweißmaschinen werden je nach dem Verwendungszw[eck] für Stumpf-, Punkt- und Nahtschweißung her[ge]stellt.

Abb. 19 zeigt als Beispiel eine elektrische Stumpfschwe[iß]maschine neuester Bauart. Der gesamte elektrische Teil [de]r Maschine ist hierbei im Untergestell und alle mechanisch w[ir]kenden Schweißmaschinenteile im Obergestell untergebracht, [so] daß eine gute Übersichtlichkeit und leichte Zugänglichkeit [er]reicht ist. Ferner erfolgt bei dieser Maschine die Einspannu[ng], die Stromeinschaltung, die Stauchung, die Ausschaltung des St[ro]mes und die Freigabe des Stückes mit nur einem Handgr[iff]. Das Anwendungsgebiet der Stumpfschweißung umfaßt a[lle] Schweißarbeiten, bei denen eine Stoßverbindung notwendig [ist], insbesondere in der Kleineisenindustrie, z. B. für die Verbindu[ng] von Rundeisen, Profilen, Ringen, Kettengliedern usw. Stum[pf] schweißen lassen sich Eisen, Temperguß, Stahl, Kupfer, Messi[ng] und Aluminium. Hochwertige Stähle schweißt man nach d[em] Abschmelzverfahren. Dies unterscheidet sich von der gewöh[n]lichen Widerstandschweißung dadurch, daß die Schweißstü[cke] von vornherein nicht gegeneinander gepreßt werden; es blei[bt] vielmehr an der Stoßstelle ein Luftspalt stehen. Nach einget[re]tener Schweißhitze staucht man die zu vereinigenden Schwe[iß]stücke schlagartig zusammen, so daß das im Querschnitt vorh[an]dene geschmolzene Material teilweise ausgequetscht wird. [Di]e elektrische Punktschweißung dient vornehmlich zur V[er]bindung von Blech- und Eisenkonstruktionen als Ersatz für d[ie] frühere Nieten. Punktweise können Eisen-, Messing-, Zi[nk-] und Aluminiumbleche geschweißt werden. Bei der Nahtschweißung werden die zu verschweißenden Bleche zwisch[en] zwei stromführenden Rollen, die unter Druck stehen, hindur[ch]gezogen. Die Schweißgeschwindigkeit beträgt 2 bis 50 mm/s.

Bei der Lichtbogenschweißung wird ein Pol der Stromque[lle] an das Schweißgut und der Gegenpol an einen Handgriff gele[gt], der entweder eine Kohlenelektrode (Verfahren von Bernado[s]) oder eine Metallelektrode (Verfahren von Slavianoff) trägt. [Be]i letzterem Verfahren schmelzen die Metallelektroden selbst ab u[nd]

Abb. 19. Neue Stumpfschweißmaschine der AEG.

fließen in die Schweißstelle ein. In neuerer Zeit verwendet ma[n] hauptsächlich überzogene Metallelektroden, die den Lichtbog[en] konzentrieren und die Herstellung von „Über-Kopf-Nähten" [e]rmöglichen. Als Stromart dient hauptsächlich Gleichstrom. [J]e nach der Größe der Schweißstücke beträgt die von einem beso[n]dern Umformer gelieferte Schweißspannung 10 bis 65 V, d[ie] Stromstärke 50 bis 800 A. Die Lichtbogenschweißung findet A[n]wendung u. a. bei der Herstellung von dünnen Blechgefäße[n] (Eisenfässern und dergl.), bei der elektrischen Schiene[n]schweißung, ferner zum Ausschweißen von Schweißfehlern a[n] Gußstücken bei Reparaturen an gebrochenen und gesprungene[n] Gußstücken (z. B. Lokomotivzylindern), Schweißen von Bleche[n] an Schiffen, Dampfkesseln usw.

Ein andres Beispiel der elektrischen Wärmeverwertung ze[i]gen Abb. 20 und 21, die einen elektrischen Apparat zu[m] gleichzeitigen Erwärmen von drei Nieten darstellt. Dieser beru[ht] auf demselben Prinzip wie die elektrischen Schweißmaschine[n], nur tritt die Erhitzung nicht durch den Übergangwiderstand ei[n], sondern durch den Widerstand, den der Strom beim Fließen durc[h]

as Werkstück (Schaft des Nietes) findet. Die elektrisch er-wärmten Niete werden am Ende des Schaftes weißglühend, im Mittelstück rotglühend und am Kopf dunkelwarm erhitzt. Die leichmäßige Erwärmung, die für Dampfkesselniete und Schiffsiete erforderlich ist, wird durch zeitliche Ausdehnung der Erhitzungsdauer erreicht. Die obere Elektrode der Nietwärmer teht fest, und die untere Elektrode wird durch Federdruck gegen ie zu erwärmenden Niete bzw. Bolzen gedrückt.

In ähnlicher Weise wirkt der elektrische Strom beim Er-wärmen metallener Radreifen zum Aufschrumpfen auf Rad-ränze, von Bronzekränzen der Schneckenräder auf den Gußkern sw. Abb. 22 zeigt eine derartige Vorrichtung zum Anwärmen on Radreifen oder ähnlichen Körpern auf elektrischem Wege. nfolge der gleichmäßig auf den Umfang des wirksamen Eisenkörpers *b* verteilten Wicklung *c* ist die Verteilung der Kraftlinien nd mithin die Erwärmung des Radreifen *d* vollkommen gleich-mäßig. Gegenüber der sonst angewandten Koks- oder Gasfeuerung at die elektrische Beheizung den Vorteil, daß die Wärme im adreifen selbst erzeugt wird und dieser vollkommen blank bleibt, hne daß sich an ihm Fremdkörper, wie Zunder oder Asche, festetzen. Versuche in einer Lokomotivwerkstatt haben ergeben, daß . B. ein Radreifen von 235 kg Gewicht mit einer Stromenergie on 60 kW in 10 min um etwa 2 mm im Durchmesser zum Aufchrumpfen gedehnt wird.

Auch die wirtschaftlichen Vorteile der elektrischen Wärme-erwertung sind auf diesem Gebiete besonders groß. Denn mit iner elektrischen Widerstand-Schweißmaschine werden die erzeugten Wärmemengen etwa 6- bis 8mal, mit einem elektrischen Nietwärmer bis 3 mal und mit einer Einrichtung zur Erhitzung on Schmiedestücken, Abb. 23, je nach Art der Erwärmung 6- bis 8mal besser ausgenutzt als bei den alten Erhitzungsmethoden. Außerdem ist aber auch noch zu berücksichtigen, daß bei der elektrischen Erwärmung gegenüber den bisherigen Erwärmungs- und chweißverfahren nicht unerheblich an Abbrand von Eisen gespart wird. Beträgt doch der Ausschuß der im Kohlenfeuer verrannten Niete schätzungsweise 5 bis 6 vH.

Das Anwendungsgebiet der elektrischen

Beheizung von Werkzeugen

nd sonstigen leicht ortbeweglichen Gerätschaften ist außerordentlich vielseitig. Zunächst seien die zu industriellen und gewerblichen Zwecken häufig benutzten elektrischen Lötkolben genannt. Man unterscheidet nach der Art der elektrischen Beheizung hierbei drei Hauptgruppen, und zwar Lötkolben mit Widerstand-, Lichtbogen- und Wirbelstromheizung.

Abb. 24 zeigt den Kopf eines Lötkolbens für Widerstanderhitzung neuerer Bauart, bei dem durch einen einzigen Schraubenbolzen nicht nur die zwischen den beiden Wangen angeordneten Heizelemente und deren Drahtenden an die Kontaktstellen der Stromzuführung gepreßt, sondern auch der Lötkopf in einer beliebigen Stellung zum Handgriff (z. B. als Spitz- oder Hammerkolben) festgestellt werden kann. Als Beispiel eines Lötkolbens für Lichtbogenbeheizung gilt Abb. 25; der eine Pol für den Lichtbogen ist eine Kohlenelektrode, die zum andern Pol, d. i. der kupferne Lötkopf, entsprechend dem Abbrand der Kohlenelektrode einstellbar ist. Die dritte kennzeichnende Bauart eines Lötkolbens veranschaulicht Abb. 26. Die Lötkolbenspitze bildet dort einen Teil der kurzgeschlossenen Niederspannungswindung eines Transformators, worin Wirbel- oder sogenannte Foucaultsche Ströme entstehen, die die Kolbenspitze zur Erhitzung bringen.

Ein andres, namentlich in der Maschinenindustrie gebräuchliches Werkzeug ist die elektrische Signiervorrichtung, Abb. 27. Sie besteht im wesentlichen aus einem Niederspannungstransformator mit höchstens 400 W Stromverbrauch. Das eine Ende der Niederspannungswicklung ist als stromführende Grundplatte, das andre als wassergekühlte oder zum Zweck verringerter Wärmeausstrahlung luftleer gemachte Schreibstiftelektrode nach Art eines Griffels ausgebildet, mit dem die beabsichtigten Schriftzüge in Metall eingraviert werden. Die elektrischen Signiervorrichtungen eignen sich zum Bezeichnen von gehärteten und ungehärteten Werkzeugen, von Maschinenteilen, von Glühlampensockeln usw.

Weiterhin dient die Elektrizität zur Beheizung aller möglichen Hilfsgeräte, wie sie in Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft gebräuchlich sind. Abgesehen von den bekannten elektrisch beheizten Koch- und Heizgeräten, die im Haushalt allgemein Verwendung finden, z. B. Kochtöpfe, Tauchsieder, Heizplatten, Plätteisen, Brotröster, Siegellackwärmer, Zigarrenanzünder, Brennscheren, Haarkämme, Heißluftduschen, Wärmflaschen, Heizkissen usw., kommen hier in Betracht: neben den bereits erwähnten elektrisch beheizten Geräten zum Vulkanisieren vom Gummi besondere Apparate zur Herstellung von Hostien und Kochvorrichtungen für Materialien, die bei einem ganz bestimmten Flüssigkeitsgrad verarbeitet werden sollen, wie in der Schokoladenindustrie oder in Gewerbebetrieben, die dicke Stoffe, wie Öle, Wachs, Lack oder dergl., verwenden. Bei all diesen Geräten ist besonders bemerkenswert, daß sie außerordentlich fein empfindende Vorrichtungen (Thermostaten) haben, die das Regeln und Beibehalten der bis auf $^1/_{10}°$ C genau einstellbaren Temperatur ermöglichen.

Abb. 20 und 21. Elektrischer Nieterwärmer.
a feste Elektrode *b* bewegliche Elektrode
c Andrückfeder.

Abb. 22. Anwärmer für Radreifen.
a Untergestell, *b* wirksamer Eisenkörper, in dem die magnetischen Kraftlinien erzeugt werden, *c* am Eisenkörper gleichmäßig verteilte Wicklung, *d* zu erwärmender Radreifen.

Abb. 24. Lötkolbenkopf mit beiderseits angeordneten scheibenförmigen Heizelementen.
a Kolbenkörper *b* Heizelemente
c Asbest- oder Glimmerisolation.

Abb. 23. Elektrische Schmiedepresse, Leistung 120 kVA.

Abb. 25. Lötkolben für Lichtbogenheizung.
a Kolbenkörper, der zugleich die Gegenelektrode bildet
k Kohlenelektrode
c und *d* Einstellvorrichtung für die Elektrode

Abb. 26. Lötkolben für Wirbelstromheizung.
d Primärwicklung
e Stromzuleitung
f Sekundärwindung

Abb. 27. Elektrische Signiervorrichtung.

Ein besonderes Gebiet der elektrischen Wärmeverwertung umfassen schließlich die neuerdings von der Textilindustrie hergestellten, elektrisch beheizbaren Gewebe. Diese finden Verwendung zu Fliegeranzügen, Auto- und Bademänteln, Schuhen, Handschuhen, Reisedecken, ferner zu Wandbespannungen, Teppichen, Stoffen zum Beziehen von Liege- und Krankenstühlen, endlich zu Kompressen für therapeutische Zwecke. Das elektrische Heizgewebe kann z. B. so hergestellt werden, daß um einen gegen Zug widerstandfähigen Textilfaden äußerst feine Drähte als Leiter für den Heizstrom schraubenförmig gewunden sind. Der so vorbereitete Faden wird dann mit andern Textilfäden als Schuß oder als Kette zu einem Gewebe vereinigt. Eine andre Ausführungsform besteht darin, daß der Heizdraht zwischen zwei Geweben in einem schlauchartigen Stoffkanal eingenäht wird, oder er wird auf einer Stoffunterlage durchgenäht. Elektrische Heizgewebe lassen sich auch ohne Zuhilfenahme von Textilfäden ausschließlich aus dünnen Metalldrähten herstellen; sie sind unter dem Namen Metallheiztücher bekannt und dienen in der Industrie zum Trocknen von Papier- und Stoffbahnen, Bändern usw. Abb. 28 und 29 zeigen derartige Trockenvorrichtungen für einseitige und doppelseitige Beheizung.

Abb. 28 und 29. Elektrisches Heizgewebe zum Trocknen von Papier- oder Stoffbahnen, Bändern und dergl.

Einseitige Beheizung des zu trocknenden Bandes. Metallheiztuch.

Doppelseitige Beheizung durch gegeneinander laufende Heiztü

Aus vorstehenden Beispielen, die keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit machen, erhellt ohne weiteres, daß das Anwendungsgebiet der Elektrizität zu Heizzwecken fast unerschöpflich ist und sich auf fast alle Zweige der Industrie, des Gewer und der Landwirtschaft erstreckt. Mit dem fortschreitenden A bau der Wasserkräfte in Deutschland steht aller Voraussicht n der elektrischen Heiztechnik noch eine große Zukunft bevor. [15]

Die deutschen Glashütten und glasverarbeitenden Betriebe.

1. Glashütten	Brandenburg, Pommern, Ostpreußen, Mecklenburg	Berlin und Vororte	Schlesien	Freistaat Sachsen	Anhalt, Thüringen, Prov. Sachsen	Oldenburg, Hannover, Hamburg, Bremen, Hessen-Nassau	Westfalen	Rheinland	Bayern	Württemberg	Baden	Pfalz, Hessen-Darmstadt	Summe
Weißhohl- und Preßglashütten	31	2	46	18	42	11	14	6	18	—	—	—	194
Tafelglashütten für Fenster-, Trockenplatten- und geblasenes ($^3/_4$ w) bayer. Spiegelglas	14	—	12	18	2	6	5	—	Perlhütten 6 12	—	2	—	71
Flaschenhütten	5	1	3	2	4	15	5	3	1	2	2	1	44
Gußglashütten für Ornament-, Kathedral- und anderes Glas	—	—	—	2	—	—	1	1	2	—	—	—	6
Gußglashütten für Roh- und Spiegelgußglas	—	—	1	—	—	1	—	5	—	—	1	—	8
												ingesamt Glashütten	323
2. Glasverarbeitende Betriebe													
Glasbläser vor der Lampe, Thermometerfabriken, Glaschristbaumschmuck-Fabriken, Glasspinner	—	3	3	2	107	2	—	4	1	—	—	—	122
Malerei von Hohlglas	—	5	3	2	—	2	—	1	—	—	—	—	13
Glasbiegerei, Glasbohrerei, Sandstrahlbläserei	—	11	—	2	—	1	1	2	4	3	1	1	26
Glasmalerei, Glaskunstwerkstätten	—	5	—	4	—	2	1	2	12	—	2	—	28
Schleiferei von Hohl-, Hart- und optischem Glas	7	2	88	20	5	5	1	5	7	2	2	—	144
Kunstglaserei	—	4	—	12	2	11	2	6	8	—	7	2	54
Firmenschilderfabriken	1	6	—	3	—	6	1	2	1	1	1	—	22
Belegerei	—	2	—	2	—	1	1	—	7	—	—	—	13
Fazettenschleiferei	6	55	14	30	34	50	17	33	34	3	4	2	282
Isolierflaschenfabriken	—	8	—	1	16	1	—	—	3	—	—	—	29
Polierwerke	—	—	—	—	—	—	—	—	151	—	—	—	151
Niederlagen	—	1	—	—	—	1	—	—	14	—	—	—	16
												insgesamt glasverarbeitende Betriebe	900
Gesamtsumme	64	105	170	118	212	115	49	70	281	11	22	6	1223

Außerdem sind noch vorhanden die bei der Berufsgenossenschaft der Feinmechnik versicherten Thüringer Betriebe und die zahlreichen Heimarbeitstätten. [1755]

Die Kalkulation in der Industrie.

Wie Prof. A. Schilling im „Be-trieb“ vom 14. April 1923 schreibt, ist nicht die Art des Fertigungsproduktes, sondern nur die Art des Fertigungsvorganges für die zweckmäßige Kalkulation maßgebend. Die Verfahren der Kalkulation sind also in den verschiedenen Industriezweigen nicht deshalb verschieden, weil verschiedene Gegenstände, z. B. Dampfkessel oder Nieten, hergestellt werden.

Nach der Art der Herstellung unterscheidet man Einzel- und Massenfertigung. Zwischen beiden liegen zahlreiche Stufen, von denen die Reihenerzeugung für den Maschinenbau besondere Bedeutung hat. Der Zweck der Kalkulation ist, Unterlagen für die Preisbemessung bei Angeboten zu gewinnen und nach Ausführung des Auftrages zu beurteilen, ob die Preisstellung annähernd den tatsächlichen Selbstkosten entsprochen hat, sowie festzustellen, welche Artikel Nutzen abwerfen und wo man ferner Verbesserungen im Betrieb einführen kann, um die Selbstkosten zu verringern.

Bei der Massenfertigung kann man von dem Ausbringen in einem Tag oder Monat ausgehen und alle Rechnungsgrößen auf 1000 oder 10 000 Stück beziehen. Man dringt so, vom Ausbringen und von den großen Zahlen aus, in die Einzelheiten der Fertigung ein. Den umgekehrten Weg hat man aber bei der Einzel- und Reihenherstellung einzuschlagen; hier muß man von der Fertigung zur Zusammenfassung vordringen und berücksichtigen, daß der Weg vom Arbeitsvorgang bis zur Zusammenfassung viel schwerer als der umgekehrte ist. [M 411] Sc

Steigerung der Herstellungskosten elektrischer Anlagen in Amerika seit 1914.

Die seit 1914 eingetretenen Preissteigerungen der verschiedenen Einrichtungen elektrischer Anlagen unter Berücksichtigung des im allgemeinen höchsten Standes vom Juli 1920 zeigt eine zeichnerische Zusammenstellung von W. W. Handy, Baltimore, bei der die Preise in vH der Preise von 1914 angegeben sind.

	Juli 1920 vH	Januar 1923 vH
Gebäudekosten		
Eisenbeton	275	199
Ziegelbau	280	215
Löhne (Bauarbeiter)	220	195
Mechanische Ausrüstung des Kraftwerkes	240	194
Elektrische Ausrüstung des Kraftwerkes	210	173
Dampfkessel	280	225
Turbodynamos	230	198
Elektromotoren	190	136
Ölschalter	180	181
Fernleitungen (ohne Maste)	256	176
Holzmaste	290	435
Drehstromkabel (13 000 V)	208	200
Installation von Anschlüssen	235	207
Freileitungen für Anschlüsse	247	195
Löhne für Hausanschlüsse	350	267
Gesamtdurchschnitt	235	194

Es zeigt sich somit, daß seit Juli 1920 eine Verringerung der mittleren Herstellungskosten um 17,5 vH eingetreten ist; die einzelnen Posten zeigen jedoch ganz wesentliche Abweichungen. So sind Motoren etwa vom 2fachen auf das 1,4fache der Vorkriegspreise gefallen, während Holzmaste vom 3fachen nahezu auf das 4,5fache gestiegen sind. Verhältnismäßig hoch erscheinen auch die Kosten der Kesseleinrichtung und Gebäude. (Electrical World 14. April 1923) [M 430] Rb

RUNDSCHAU.

Angewandte Physik.

römungswiderstand von Rohren verschiedener Querschnittform und Rauhigkeit.

In weiterem Verfolg seiner planmäßigen Untersuchungen[1]) über den ömungswiderstand behandelt L. Schiller im Februarheft der Zeit- rift für angewandte Mathematik und Mechanik das zylindrische glatte . rauhe Rohr und das Rohr von nicht kreisförmigem Querschnitt.

Durch eigene Messungen mit Wasser an gezogenen Messing- hren von 8, 16 und 24 mm Durchmesser, die sich bis zu der Rey- lsschen Zahl $R = \frac{w\,a}{\nu} = 200\,000$ erstreckten, findet er das von Blasius gestellte Gesetz des Druckabfalles:

$$\varDelta p = \lambda \gamma \frac{l}{a} \frac{w^2}{2\,g}$$

gezeichnet bestätigt. ($\varDelta p$ = Druckabfall auf der Strecke l, γ = spe- sches Gewicht, w = mittlere Geschwindigkeit, a = Halbmesser, $\lambda = \frac{0{,}582}{2R}$). Seine Versuchswerte lassen sich ebenso gut mit dem von M. kob[2]) durch Messungen an Luft und Wasser ermittelten Ausdruck $\lambda = \frac{0{,}1635}{(2\,R)^{0{,}254}}$ vereinbaren. Dagegen fanden F. E. Stanton und . Pannell[3]) von $R = 100\,000$ ab nicht unwesentlich höhere Werte λ. Schiller führt das auf das Ausscheiden von Luftblasen aus dem sser zurück, was auch bei seinen Versuchen zuerst zu große Werte λ ergeben habe.

Rauhe Rohre von gut definierter Rauhigkeit stellte sich Schiller indem er in gezogene Messingrohre von 8, 16 und 21 mm l. W. renherzgewinde von 0,6 und 0,3 mm Gangtiefe einschnitt. Die Ver- he mit Wasser ergaben recht verwickelte Gesetzmäßigkeit. Die kri- he Zahl scheint bei $R = 1400$ zu liegen. Nur bei dem engsten r (mit feinem und grobem Gewinde) war λ etwa von $R = 5000$. 3000 an konstant, der Druckabfall also proportional dem drat der Geschwindigkeit. Bei den weiteren Rohren schwankt twas, scheint sich aber bei großem R ebenfalls einem kon- ten Wert zu nähern. Das 16 mm weite Rohr mit grobem Ge- de sollte theoretisch gleiches λ haben wie das 8 mm weite Rohr dem halb so tiefen feinen Gewinde. Die gemessenen Werte weichen s beträchtlich voneinander ab, da die beiden Gewinde nicht streng metrisch ähnlich gewesen sein werden. Nach den Versuchsergeb- en kann man beim Zusammentreffen der Werte λ für ein und das- e R noch nicht ohne weiteres auf ein Zusammenfallen der beiden urven schließen.

Durch Versuche an Rohren von nicht kreisförmigem erschnitt sollte geprüft werden, ob die Blasiussche Formel an- dbar ist, wenn man in ihr statt des Rohrhalbmessers den hydrau- en oder Profil-Halbmesser $a = \frac{2\,F}{U}$ einsetzt (F = Querschnittfläche, Umfang). Die Versuche erstreckten sich auf folgende Querschnitt- en: gleichseitiges Dreieck, Quadrat, Rechteck, kreisförmiges gewell- Rohr und auf ein dreigängig gewundenes Schraubenrohr von großer ghöhe der Windungen. Bei letzterem war λ etwa 2½mal so groß als der Blasiusschen Gleichung, weil infolge der starken Steigung Drehung der Flüssigkeit entsteht. Bei den sämtlichen angeführten eren Querschnittsformen dagegen ergab sich eine so gute Annähe- der Versuchspunkte an das Blasiussche Gesetz, daß Schiller mit ht bemerkt: „Es muß dies r als ein Spiel des Zufalls und man wird nicht fehl- en in der Annahme, daß ein theoretischer Zusam- hang aufzudecken sein ."

ll dies gilt für das Tur- nzgebiet. Im Gebiet la- arer Strömungen gilt nach sinesq für quadratisches il $\lambda = \frac{14{,}225}{R}$ und für teckiges Profil (beim Sei- erhältnis des von Schiller rsuchten Rohres 7,9:27,8) $\frac{17{,}732}{R}$. Auch diese Be- ungen wurden durch Ver- e geprüft und bestätigt nden. [M 447] M. J.

[1]) Vergl. Z. 1922 Bd. 66 S. 236 828.

[2]) Z. 1922 Bd. 66 S. 864.

[3]) Philos. Trans. o the Roy. London 1914 Bd. A 214 S. 199.

Gießereiwesen.

Eisengewinnung aus Schutt und Formsand.

Bereits vor dem Krieg hat man das Abfalleisen aus dem gebrauchten Formsand in der Gießerei oder aus dem Schutt der Öfen durch Absieben und Auslesen mit der Hand wiedergewonnen. Man hat sich hierbei jedoch mit der Gewinnung der größeren Stücke begnügt, während die kleineren Eisenteile mit dem Schutt fortgeworfen wurden oder im Formsand verblieben. Heut ist dies Verfahren, das früher wegen der Beanspruchung teuer bezahlter Arbeitskräfte unwirtschaftlich war, durch mechanische Aufbereitung mittels magnetischer Scheider ersetzt worden.

Bei der Rückgewinnung des in den Eisen- und Stahlgießereien abfallenden Eisens handelt es sich um sehr erhebliche Mengen; z. B. sind im abgesiebten Gießereischutt 5 bis 15 vH feiner Eisenteilchen enthalten. Der Schutt aus Stahlwerken enthält sogar bis zu 50 vH Abfalleisen. Bei einem mittleren Gießereibetrieb mit einer Erzeugung von etwa 500 t monatlich ist mit einer täglichen Schuttmenge von 2 bis 3 t zu rechnen. Unter der Annahme, daß in einem bestimmten Betrieb in einem Zeitraum von 200 Tagen täglich 3 t Schutt entfallen, und daß dieser Schutt 5 vH gewinnbares Eisen enthält, berechnet H. Bernhardt in der Gießerei-Zeitung vom 15. April 1923, daß die Verarbeitung dieser Schuttmengen einen jährlichen Gewinn von 6,4 Mill. ℳ ergibt. Der Gewinn erhöht sich, wenn der Eisengehalt des Schuttes mehr als 5 vH beträgt.

Neben den ortfesten Magnetscheidern, die unsere Quelle als neuzeitliche Maschinen für das Verfahren erwähnt, ist besonders beachtenswert ein fahrbarer Scheider, dessen Fahrmotor zugleich eine kleine Dynamo zur Erzeugung des Kraftstromes für den Scheider antreibt. Dieser Scheider kann nach Bedarf an verschiedenen Stellen des Betriebes benutzt werden. Die Spurweite des Fahrgestelles ist durch Verschieben der Räder veränderlich. Der fahrbare Magnetscheider eignet sich ganz besonders zur Gewinnung des Eisens aus alten Schutthalden. Das gewonnene Eisen wird in Muldenkippern verladen, während der eisenfreie Schutt liegen bleiben kann. Teure Gebäude und sonstige Anlagen für das Unterstellen des Scheiders beim Arbeiten sind dabei entbehrlich.

Die Schlacke von Kuppelöfen muß vor der Aufgabe zerkleinert werden, damit die eingeschlossenen Eisenteilchen frei werden. Formsand ist bisher noch wenig elektromagnetisch aufbereitet worden, da man sich damit begnügt hat, ihn durch Absieben vom Eisen zu befreien. Aber selbst durch vieles Absieben können die darin enthaltenen Eisenkügelchen und Eisenteilchen nicht restlos entfernt werden. Sie bilden auch die Ursache zu manchem Fehlguß, zum Anbrennen der Gußstücke und machen das Aussehen unsauber usw. In manchen Gießereien verwendet man jetzt daher einen besonders handlichen Magnetscheider, der wie ein Schubkarren von einem Arbeiter gefahren und nach Abnahme der Räder und Stützen ortfest eingebaut werden kann. [M 417]

Werkzeugmaschinen.

Neuartige Schleifvorrichtungen.

Inhalt: Neuartige Schleifvorrichtungen zum Bearbeiten von Kurbelwellen, Schaltwellen und Nockenwellen der Firma Fritz Werner A.-G., die sich in jede Rundschleifmaschine einbauen lassen.

Die neuzeitliche Fertigung verlangt für jede Art des Schleifens eine besondere Maschinenart; dieser Anforderung entsprechen die Außen-, Innen- und Planschleifmaschinen. Damit diese Sondermaschinen bei seltener vorkommenden Arbeiten genügend ausgenutzt werden, muß man sie mit Zusatz-Einrichtungen versehen. Diese dürfen aber nicht künst-

Abb. 1 und 2. Rundschleifmaschine mit Einrichtung zum Schleifen von Kurbelwellen.

lich auf die Maschine aufgepfropft werden, sondern müssen der Bauart der Maschine und den Anforderungen des Sonderfalls Rechnung tragen.

Bei der Kurbelwellenschleifeinrichtung, Abb. 1 und 2, setzt man an die Stelle des normalen Spindel- und Reitstocks auf den Schleiftisch zwei Aufspannspindelkästen *a* und *b*, die mittels einer von Kegelrädern angetriebenen Welle *e* gleichzeitig gedreht werden, so daß sie genau synchron laufen und das in den Futtern *c* und *d* aufgenommene Werkstück an beiden Enden vollkommen gleichförmigen Antrieb erhält. Auf diese Weise kann man Verdrehungen des Werkstücks und das beim Kurbelwellenschleifen mit Recht gefürchtete Zittern vermeiden. Die Spindelkästen tragen Auswuchtvorrichtungen mit verstellbarem Gewicht, womit man die exzentrisch umlaufenden Massen des Werkstücks ausgleichen kann, und Teilscheiben *f* und *g* mit so viel Rasten, als die zu schleifende Welle Kröpfungen hat. Dreht man diese Teilscheibe, so wird der zu schleifende Kurbelwellenzapfen in die gemeinsame Achse *h* der Spindelstöcke gebracht.

Schaltwellen für Zahnräder-Wechselgetriebe, Abb. 3 und 4, pflegt man in zwei Arbeitsgängen zu schleifen. Zunächst bearbeitet man die runden Flanken der Welle nacheinander mittels einer entsprechend geformten Schleifscheibe, Abb. 3, dann die ebenen Flanken *a*, Abb. 4, und schließlich die Flanken *b*, nachdem man die Schleifscheibe *c* senkrecht verstellt hat. Diese Arbeiten werden auf einer Rundschleifmaschine, Abb. 5 und 6, ausgeführt, wobei das Werkstück stillsteht und die um eine senkrechte Achse laufende Schleifscheibe den Längsvorschub erhält. Auch hier tritt an die Stelle des normalen Spindelkastens ein besonderer Spindelkasten *d*, an dem Handräder *e* und *f* für das wagerechte und senkrechte Zustellen der Schleifscheibe angebracht sind. Eine Teilvorrichtung *g* hält die Schaltwelle jedesmal in ihrer Arbeitstellung fest und schaltet sie nach Beendigung eines Arbeitganges selbsttätig weiter. Die Teilvorrichtung wird am Ende jedes Hubes von einem Anschlag *k* des hin- und hergehenden Schleifscheibenschlittens gesteuert, wobei man mittels der Stellschraube *l* den Teilschritt für Wellen mit 4, 6 oder 12 Nuten einstellen kann. In der neuen Stellung wird die Schaltwelle selbsttätig verriegelt. Um den Auslauf der Schleifscheibe freizugeben, setzt man an die Stelle des gewöhnlichen Reitstocks eine längere Pinole *h*, während ein besonders kräftiger Setzstock *i* für die genügende Unterstützung der kantigen Schaltwelle sorgt.

Abb. 3 und 4. Schaltwelle für Zahnräder-Wechselgetriebe.

Abb. 5 und 6. Rundschleifmaschine.

Die Nockenwellen-Schleifeinrichtung, Abb. 7 bis 9, kann auf jeder normalen Rundschleifmaschine eingebaut werden. Statt der üblichen Spindel- und Reitstöcke werden zwei Böcke *a* und *b* auf den Maschinentisch gesetzt, zwischen denen eine Schwinge *c* um die Zapfen *d* drehbar hängt. Die Schwinge trägt eine feste Spitze *e* und eine verstellbare Spitze *f*, und die Nockenwelle wird zwischen die beiden Spitzen genommen und durch den Mitnehmer *g* angetrieben. Damit man die vorgeschriebene Form der Nocken h_1, h_2, h_3 usw. erhält, muß während der Drehung der Nockenwelle die Schwinge und damit zugleich die Well um die Zapfen *d* pendeln. Zu diesem Zweck ist außen an der Schwing eine Welle *i* vorhanden, worauf die den Nocken h_1, h_2 entsprechen den Kopiernocken k_1, k_2 nebeneinander aufgereiht und im richtige Winkel gegeneinander versetzt sind. Die Welle *i* wird vom Spindelstoc her mit derselben Drehzahl wie die Nockenwelle angetrieben. Hierbe rollt der betreffende Kopiernocken auf der festen Rolle *l* ab und erteil so der Schwinge die Pendelbewegung, die zum Abschleifen der Nocke notwendig ist. Um dann den nächsten Nocken zu schleifen, braucht ma nur die feste Rolle *l* mit dem Handgriff *m* zum nächsten Kopiernocke zu verschieben.

Die Verwendung dieser Maschine setzt freilich das Vorhandensei genau geschliffener Kopiernocken voraus. Hierzu braucht man eine Ko piernocken-Schleifeinrichtung, Abb. 10 und 11, die diese Arbeit nach einem Originalnocken vollführt und im allgemeinen ein Spiegelbild de Nockenwellen-Schleifeinrichtung ist, d. h., die Bewegungen umgekehrt wie diese ableitet. Die Kopiernocken werden wie früher auf die Welle *i*, Abb. 7, aufgesteckt und werden vom Spindelkasten her gedreht. Am Bett

Abb. 7

Abb. 8.

Abb. 7 bis 9.
Nockenwellen-Schleifeinrichtung.

Abb. 10 und 11. Kopiernocken-Schleifmaschine.

[d]e Maschine sitzt aber eine Hilfswelle o mit der Schleifscheibe p, die [vo]n Hauptantrieb q der Maschine über die Hilfsscheiben r und s ange[trie]ben wird. Statt der Nockenwelle wird nun ein Dorn mit den Origi[nal]nocken n eingebaut und gedreht; dieser rollt am Umfang einer runden [Scheib]enscheibe t ab, die an die Stelle der Schleifscheibe der Maschine [tri]tt. Der Originalnocken erteilt also jetzt der Schwinge c die Pendel[be]wegung um die Achse d. Die Schleifscheibe p läßt sich durch Hand[rad] u und Spindel v längs der Hilfswelle o verschieben und kann so [an] jeden Kopiernocken herangebracht werden.
[1693] Dr.-Ing. H. D. Brasch.

Bauingenieurwesen.

Ausbesserung eines Gasbehälterbeckens mittels Torkretverfahrens.

An dem Betonbecken eines Gasbehälters für 300 m³ Inhalt, das in [der] Mitte vor der Rohrkammer gerissen war, hat die Firma Dyckerhoff [&] Widmann im Spätsommer 1921 bemerkenswerte Ausbesserarbeiten [unt]er Anwendung des Torkretverfahrens durchgeführt. Der Riß in der [Be]tonwand, der, wie sich bei der Untersuchung zeigte, durch den [gan]zen Mantel von oben bis unten ging und sich noch auf rd. 1 m [in] die Sohle fortpflanzte, dürfte durch die monatelange einseitige Er[wä]rmung der Wand während eines Umbaues des Gasbehälters im Som[me]r 1912 entstanden sein.

Das aus sehr hartem, aber porösem Schlackenbeton bestehende [Ma]uerwerk wurde an der Bruchstelle auf die ganze Dicke der Mauer [in] der Form eines Doppelkeils von 20 bis 30 cm Dicke ausgestemmt [un]d die benachbarte Mauer mit der Sohle auf rd. 10 cm freigelegt. [Na]chdem die Öffnung mit Gußbeton ausgefüllt worden war, wurde zu [be]iden Seiten des Risses eine durch 2 bis 2,3 m lange Rundeisen ver[st]ärkte Betonschicht von 8 cm Dicke mittels des Torkretverfahrens auf [be]iden Seiten der Mauer und auf der anschließenden Sohle aufgetragen, [di]e zum Ausgleich der Unebenheiten eine 2 cm dicke Schicht von [wa]sserdichtem Putz erhielt. Die Ausbesserung hat sich auch gegen[üb]er dem starken Frost im Anfang des Jahres 1922 als widerstand[fäh]ig erwiesen, so daß sich die immerhin verhältnismäßig hohen Aus[ga]ben dafür gelohnt haben. („Das Gas- und Wasserfach“ Bd. 66 [..] Juni 1923) [M 450]

[E]rsatz von Steigeisen durch Steigesteine aus Steinzeug.

Die Steigeisen in den Schächten für Kanalisations-, Wasserkraft- [un]d ähnliche Anlagen, für Feuerungsanlagen und für Schornsteine [un]terliegen stark der Abnutzung; sie werden durch die Einwirkungen [de]s Rostes und der in den Anlagen entwickelten Dämpfe, Gase und [Sä]uren schadhaft und allmählich zerstört. In Feuerungsanlagen und [Sc]hornsteinen wirkt ferner bei den stetig und stark wechselnden Tempe[ra]turen die verschiedenartige Ausdehnungszahl des Eisens und des [M]auerwerks ungünstig auf den inneren Zusammenhang und hiermit auf [di]e Festigkeit der Bauteile. Diese Mängel werden durch die von der [Ve]rkaufsgesellschaft Deutscher Steinzeugwerke m. b. H., Charlotten[bu]rg, Luisenplatz 2, vertriebenen Steigesteine aus Steinzeug beseitigt, [A]bb. 12 bis 14[1]).

Das Steinzeug ist säure- und temperaturbeständig. Der Steigestein [ha]t kastenartigen Querschnitt; alle Teile des Formstückes haben die [gl]eichen Wanddicken, sind gleichmäßig stark gebrannt und haben ein vollständig dichtes Gefüge, so daß eine hohe Festigkeit gewährleistet ist. Der Steigestein ist den statischen Anforderungen entsprechend als einseitig eingespannter Träger ausgebildet, der an der Einspannstelle, an der er am meisten beansprucht wird, den größten Querschnitt aufweist. Beschädigungen von Steigesteinen durch herabfallendes Werkzeug, Betreten mit schweren Schaftstiefeln usw. treten, wie durch Versuche und langjährige Erfahrung bewiesen ist, nicht ein. Der Hohlraum des eingemauerten Teils kann mit Beton ausgefüllt werden. Der vordere Querstab von 40 zu 40 mm Dicke läßt sich leicht und bequem mit der Hand umfassen. Diebstähle, die an Steigeisen infolge gewaltsamen Abschlagens in den Schächten bei den heutigen hohen Eisenpreisen vielfach vorkommen, fallen bei Verwendung von Steigesteinen völlig weg. Die Steigesteine bestehen lediglich aus einheimischem Material und sind, zumal bei dem heutigen Kaufwert der Mark,

Abb. 12 und 13.

Abb. 14.

Abb. 12 bis 14. Steigesteine für Schächte, Schornsteine usw.

billiger als die üblichen Steigeisen. In mehreren deutschen Großstädten, z. B. Frankfurt a. M., Magdeburg und Königsberg, und Industrieunternehmungen, wie beim Leunawerk und der Fürstlich Pleßschen Bergwerksdirektion, sind die Steigesteine bereits eingeführt und werden fast ausschließlich verwendet. [1758] Dr.-Ing. Henneking.

[1]) DRP. 353 189 und amerik. Patent Nr. 1 427 384.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Die englische Industrie und die Ruhrbesetzung.

Über die Folgen, die der französische Einbruch in das Ruhrgebiet für England zeitigt, finden sich in dem der Deutschfreundlichkeit gewiß nicht verdächtigen „Engineering“ (vom 1. Juni 1923) bemerkenswerte Auslassungen.

Nach einem kurzen Rückblick darauf, daß alle diejenigen, die sich von dem französischen Vorgehen eine Förderung der englischen Industrie versprochen hätten, inzwischen schon hinreichende Beweise dafür erhalten hätten, daß diese Ansicht falsch sei, wird auf die Ausführungen hingewiesen, die Mr. Douglas Vickers bei dem Bericht über das letzte Geschäftsjahr von Vickers Ltd. gemacht hat. Engineering legt diesen Ausführungen eine ganz besondere Bedeutung bei, da Herr Vickers, der Vorsitzende einer der größten und vielseitigsten industriellen Unternehmungen Englands, der einen Teil seiner Ausbildung in Deutschland erhalten habe, über die Lage der englischen Industrie und die deutschen Verhältnisse wohl unterrichtet sei. Herr Vickers hat sich danach dahin ausgesprochen, daß zwar die Kohlen- und Koksindustrie und die Erzeuger von Eisen und Stahl der üblichen Handelsqualität von der Ruhrbesetzung einen vorübergehenden Vorteil gehabt hätten, daß aber, als Ganzes genommen, der französische Ruhreinbruch die englische Industrie beträchtlich geschädigt habe. Als Folge der verminderten Kohlenförderung und Eisenerzeugung im Ruhrgebiet und ihrer Abschnürung von ihren natürlichen Absatzgebieten seien die englischen Kohlen-, Koks- und Eisenpreise gestiegen, mit dem Ergebnis, daß hierdurch die Preise für Schiffe und Maschinen derart gesteigert worden seien, daß sich jetzt auch die wenigen Käufer zurückhielten, die die Ungewißheit der politischen Lage noch nicht abgeschreckt habe.

Engineering fügt hinzu, daß diese Folgen von Anfang an jedem als unvermeidlich erschienen wären, dessen Blick durch nationale oder politische Vorurteile nicht getrübt gewesen sei, und daß sich der unheilvolle Einfluß der Ruhrbesetzung leider nicht auf die Industrie allein beschränke. Herr Vickers habe den Kernpunkt der Frage berührt, als er darauf hingewiesen habe, daß die Atmosphäre des Vertrauens durch die Ungewißheit der politischen Verhältnisse zerstört worden sei. Die allgemeine Zuversicht müsse wiederhergestellt werden, um die fremden Märkte zurückzugewinnen und die englische Industrie und den englischen Handel zu beleben. In diesem Zusammenhange verdienten auch die Schritte die größte Beachtung, die kürzlich die industrielle Gruppe des Unterhauses unternommen hätte. Unter der Führung von Sir Allan Smith, dem Vorsitzenden der Engineering and National Employers' Federations habe diese Gruppe der Regierung unaufhörlich den ungeheuren Einfluß einer allgemeinen Stabilisierung der europäischen Verhältnisse auf die Verminderung der Arbeitslosigkeit im Lande und die Wiederbelebung von Handel und Industrie vorgestellt und immer wieder betont, daß die Wiederherstellung des internationalen Vertrauens von größerer Wichtigkeit sei als alle sentimentalen Erwägungen.

Weiter wird hervorgehoben, daß für das industrielle Leben das Auslandgeschäft von überwiegender Bedeutung sei, daß aber die Auslandmärkte der englischen Industrie verschlossen seien, teils wegen der Zerrüttung der Währungsverhältnisse, teils aus Furcht vor politischen und militärischen Verwicklungen infolge des Ruhrabenteuers. Diese Atmosphäre der Unsicherheit, die zu dem normalen geschäftlichen Wagnis hinzukomme, verhindere die erfolgreiche Betätigung von Handel und Industrie. Eine Regelung der auswärtigen Fragen müsse daher im eigensten Interesse erfolgen; man könne eine wohlwollende Neutralität wünschen, man könne es vorziehen, mit dem früheren Verbündeten zu sympathisieren und Deutschland seiner wohlverdienten Bestrafung zu überlassen, um die harte Tatsache, daß eine derartige Regelung nicht eine Frage prodeutscher oder antifranzösischer Einstellung, sondern einfach eine proenglische Notwendigkeit sei, komme man nicht herum. Die Meinung, daß die Vernichtung des gefährlichsten Handelsrivalen ein Vorteil für das Land sei, müsse man angesichts der Lehren der Wirtschaftsgesetze aufgeben. Wenn England die Früchte aller Anstrengungen und Opfer der Nachkriegszeit nicht verlieren wolle, müsse es sich für eine endgültige Beruhigung in Europa einsetzen. Hierbei dürfe es nicht bei einer bloßen Anregung bleiben, sondern England müsse einen solchen Vorschlag mit seinem eigenen Einfluß und dem, worüber es im Auslande verfüge, unterstützen. In diesem Sinne habe die erwähnte industrielle Gruppe die Einberufung einer Weltwirtschaftskonferenz durch England und die Vereinigten Staaten gefordert, um die Fragen der internationalen Verschuldung einschließlich der deutschen Reparationen und des wirtschaftlichen Wiederaufbaues von Europa sowie seiner Sicherstellung zu erörtern; man habe auch eine gründliche Voruntersuchung dieser Probleme durchgeführt, um der Regierung einen konkreten Vorschlag vorlegen zu können.

Aus dieser Untersuchung folge, daß das politische Motiv bei internationalen Beziehungen hinter dem kaufmännischen zurücktreten müsse. Die Völker müßten statt mit kriegerischem mit kaufmännischem Geist erfüllt werden, damit sie ein größeres Interesse an der Bewahrung des Friedens als an der Vorbereitung von Kriegen hätten. England, die Vereinigten Staaten, Rußland und Deutschland sowie auch Frankreich müßten eine große wirtschaftliche „Entente“ bilden. Wenn diese Nationen gegen den Krieg wären, würde es keinen mehr geben, und wenn sie einmal zu einer Konferenz zusammengebracht wären, würde sich die Wahrscheinlichkeit künftiger Ruhrabenteuer in nichts verflüchtigen. Die Sicherheit müsse international verbürgt werden; internationale Verschuldungen müßten soweit als möglich aufgehoben und auf vernünftige und endgültige Beträge festgesetzt werden, so- weit noch Verpflichtungen aus dem Kriege ausständen. Ein Wi[...] in diesem Sinne sei von größter Wichtigkeit und sollte sofort ei[n]geleitet werden.

Engineering sagt weiter, Herr Vickers, der sich im Juli [...] vergangenen Jahres hoffnungsvoll ausgesprochen habe und sicher [...] Pessimist sei, habe bei Erstattung des eingangs erwähnten Gesch[äfts]berichtes ausgeführt, daß 1923 eine Wiederholung von 1922 sein w[...], wenn nicht eine endgültige Änderung einträte. Man müsse sich [...] her fragen, ob man noch ein faules Jahr und noch einen Winter [...] Arbeitslosigkeit ertragen könne. Handel und Industrie seien [...] international und deshalb gehe das Ruhrproblem jedermann im La[nde] an. Regierung, Arbeitgeber und Arbeitnehmer müßten zusammenste[...], um den Lauf der Dinge in ein besseres Fahrwasser zu lenken, da[...] das Kabinett Baldwin das Land aus dem Sumpf der Depression [...] Nachkriegszeit herausführe.

Auch die andre große englische Fachzeitschrift „The Engine[er]“, die man gleichfalls nicht als deutschfreundlich ansprechen kann, kom[...] in einem Aufsatz über französische Politik und englischen Ha[ndel] (1. Juni 1923 S. 582) zu dem Ergebnis, daß der Wiederaufbau des e[ng]lischen Handels durch die Ruhrbesetzung verhindert werde. Wenn a[...] augenblicklich England ein großes Geschäft zugeführt werde, so [...] dies doch kein Ausgleich für den Mangel an finanzieller Stabili[tät], der die englischen Waren von so vielen Märkten ausschließe, und [...] eine befriedigende Lösung der Ruhrfrage ermögliche den allgemei[nen] Wiederaufbau des Handels. Der Artikel wendet sich dann gegen [...] Politik der kurzfristigen französischen Handelsverträge und das [...] streben, auswärtige Industrien, so namentlich auch die englische, [...] dem französischen Markt und besonders von den Arbeiten in den fr[an]zösischen Kolonien fernzuhalten. [W 217] Wa[...]

Amerikanische Stimmen über die Ruhrbesetzung.

In dem Heft der amerikanischen Wochenschrift „Power“ vom 8. M[...] d. J. finden wir sehr beachtenswerte Äußerungen über die Ruhrbesetzu[ng], die wir, obwohl ja die Einzelheiten dem deutschen Leser bekannt si[nd], dennoch im folgenden abdrucken, um zu zeigen, wie amerikanisc[he] wirtschaftliche Sachverständige unsere Lage im Ruhrgebiet beurteil[en].

„Im Ruhrgebiet spielt sich gegenwärtig der schärfste Wirtschaf[ts]krieg ab, den die Geschichte kennt. Es wird dort die zwar verspäte[te], aber endgültige Schlacht des Krieges ausgefochten, und Deutschla[nd] verwendet seine ganze Kraft und einen großen Teil der ihm gebliebe[nen] Wirtschaftsubstanz darauf.

Frankreich besaß vor dem Kriege 35 vH der Eisenerzvorkomm[en] Europas, Deutschland 25,5 vH. Durch Gebietsänderungen infolge d[es] Friedensvertrages stieg Frankreichs Anteil auf 53 vH, derjenige Deuts[ch]lands sank auf 7½ vH. Deutschland besitzt aber noch 33,3 vH al[ler] Kohlenvorkommen Europas, während Frankreichs Anteil nur 2,3 v[H] mit dem Saarbecken auch nur 4,4 vH beträgt.

Deutschland nimmt in dieser Hinsicht noch die leitende Stellung [in] Europa ein, die weiter verstärkt wird durch seine großen Braunkohle[n]vorkommen. Der zeitweilige Besitz des Saargebietes sichert Frankrei[ch] eine weitere Menge von jährlich 11 Mill. t, und die vertraglichen deu[t]schen Kohlenlieferungen betragen 15 Mill. t. Beide werden jedoch ein[es] Tages aufhören.

Im Jahre 1918 kamen 55 vH des im Ruhrgebiet verarbeiteten Eise[n]erzes aus dem Auslande. Deutschland kann immer noch aus dies[er] Quelle Eisenerze beziehen, es ist jedoch nicht darauf angewiesen. Ande[rer]seits ist es augenscheinlich, daß die französische Eisenindustrie auf d[ie] deutsche Kohle angewiesen ist. Frankreich hat keine andre Wahl, a[ls] entweder die Förderung von Eisenerz einzuschränken oder den Übe[r]schuß den deutschen Hochöfen zuzuführen.

Das Ruhrgebiet hat das dichteste und verwickeltste Eisenbahne[tz] Europas. Alle Knotenpunkte im Herzen des Gebietes werden elektris[ch] von einer Zentralstation bedient. Moderne selbsttätige Signale und Bloc[k]einrichtungen sind überall im Gebrauch, die, wenn sie im betriebsfähige[n] Zustande sind, den Verkehr sehr erleichtern; sind sie jedoch außer B[e]trieb, so wirken sie hemmend.

Man hat zu den primitivsten Hilfsmitteln Zuflucht genommen, un[d] dieser Zustand herrscht auch in bezug auf Hebe- und Transpor[t]maschinen. Als die Beschlagnahme drohte, wurden wesentliche Teil[e] entfernt, und ein Wiederherstellen war ausgeschlossen ohne genaues[te] Kenntnis der Konstruktion und ohne umfangreiche Reparaturwerk[]stätten. Bis jetzt sind die Widerstandmaßnahmen sehr wirksam ge[]wesen. Die Besatzungsmacht hat ihre Anstrengungen darauf beschränk[t], eine Eisenbahnlinie durch den nördlichen Teil des Gebietes in Betrie[b] zu setzen. Die Verladungen werden immer noch auf die primitivst[e] Weise mittels Schaufeln, Körben und Schubkarren vorgenommen. Nu[r] ein Bruchteil der Kohlenmenge, die vor der Besetzung nach Frankreic[h] verladen wurde, kann jetzt von den riesigen Kohlen- und Koksvorräte[n] abgeführt werden, die sich auf den Halden angesammelt haben. Di[e] deutsche Regierung hat offenbar das erste Spiel gewonnen und häl[t] noch weitere Trümpfe in der Hand.“ [W 216]

Wirtschaftlichkeit im Eisenbahnbetriebe.

In der Akademie des Bauwesens hielt am 19. April de[r] technische Staatssekretär im Reichsverkehrsministerium Kumbie[...] einen bemerkenswerten Vortrag über die Wirtschaftlichkeit im Eisen[]bahnbetriebe, aus dem folgende Angaben von besonderem Interess[e] sind.

Englische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte.

Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. S. 69.

Letzte Werte:

Kohle .	. am	1. Juni	21,50 sh/ton
Baumwolle	am	17. Mai	14,83 c/lb
Eisen .	. am	1. Juni	12,00 £/ton
Kupfer	. am	13. „	75,25 £/ton
Dollar .	. am	13. „	4,335 sh/$
Mark .	. am	13. „	0,00437 sh/100 M

Im allgemeinen sind seit der letzten Veröffentlichung (S. 427) die Preise unverändert geblieben. Der Kupferpreis ist um 8 $/ton gefallen; der Preis für Baumwolle ist sehr unbeständig; neuerdings ist er wieder im Ansteigen begriffen. Auch die Großhandelskennzahl ist nach ihrem Rückgang im März wieder gestiegen und hat im April ihren bisher höchsten Stand erreicht.

2. Verhältniswerte

(Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel:

(vergl. S. 603).

Kupfer	. am	13. Juni	33 953 M/kg
Baumwolle	am	13. „	71 515 M/kg
Dollar .	. am	13. „	98 750 M/$
Aktienziffer	am	8. „	1 075 650

Die Reichsbahn ist ebenso wie die Privatunternehmen gezwungen, wenigsten ihre Gestehungskosten zu decken. Der Krieg und seine gen haben nun ein Mißverhältnis zwischen Einnahmen und Ausen durch den Mehraufwand an Personal bei verminderter Verkehrs- Betriebsleistung verursacht. Zur Beseitigung dieses Mißverhältnis mußte seit April 1921 die bisher verfolgte Tarif- und Personalpolitik assen werden. Die Reichsbahnverwaltung fand aber bei diesem gehen besonders in den Kreisen der Industrie und des Handels den igsten Widerstand, und von verschiedenen Seiten wurde der Ruf h Entstaatlichung der deutschen Eisenbahnen laut. Unter grundsätzer Ablehnung dieses Gedankens erstrebt die Reichsbahn in voller rdigung des im Artikel 92 der Reichsverfassung enthaltenen Grundgekens durch das in Vorbereitung befindliche Reichsbahnfinanzgesetz sich eine größere Bewegungsfreiheit zur Erfüllung ihrer wirtschaften Aufgaben. Sie will von der hemmenden Etatswirtschaft entden sein und die Möglichkeit zu kaufmännischer Erfolgwirtschaft en. Nicht ein gewinnsuchendes Privatunternehmen muß aus der chsbahn geschaffen werden, sondern ihm soll seinem Wesen als soziartem, dem Gemeinwohl dienendem Betrieb entsprechend die Bewirtaftung nach dem Grundsatz der Selbstkosten als Richtlinie en. Um diese Selbstkosten festzustellen, muß auf die Verkehrstungen zurückgegangen werden, die sich in den geleisteten Personen- Tonnenkilometern darstellen. Erzeugt werden diese Verkehrsleigen durch Betriebsleistungen, deren Kosten als die Produktionsten des Eisenbahnunternehmens zu bezeichnen sind. Als einheiter Wertmesser ist der Aufwand für 1 Achskilometer zugrunde legen. Für die Berechnung der Betriebskosten kommen die vier toren der Betriebsführung in Betracht:

1. Der Schienenweg, die baulichen Anlagen, Strecken und Bahnhöfe.
2. Die Fahrzeuge oder Betriebsmittel im engeren Sinne, Lokomotiven und Wagen.
3. Die Krafterzeugung, Betriebstoffe, Kohle.
4. Die menschliche Arbeitskraft.

An der Hand reichen Bild- und Zahlenmaterials wurden von mbier die seit 1918 immer stärker gestiegenen Selbstkosten für den er- und Personenverkehr erörtert, deren Anschwellen im Zusammenhang mit den wirtschaftlichen Verhältnissen Deutschlands steht. Bei Vergleich der Jahre 1913 und 1921 ist ein Minus in den Verkehrsleistungen (80 vH) und Betriebsleistungen (85 vH) zu verzeichnen. Der geringere Wirkungsgrad der menschlichen Arbeitskraft ist hervorgerufen durch die verminderte Arbeitzeit und Arbeitsintensität. Auf 100 000 Wagenachskilometer entfielen im Jahre 1913 etwa 2,3 Köpfe, im Jahre 1921 etwa 4,4 Köpfe. Eine durchgreifende Besserung wird erwartet von der Durchdringung des Eisenbahnwesens auf Grund wissenschaftlicher Betriebsführung nicht nur bis in die kleinsten Betriebsvorgänge des eigentlichen Betriebsdienstes hinein, sondern auch im Bau und in der Unterhaltung der Bahnanlagen und Fahrzeuge sowie in der Beschaffung und Verwendung der Betriebstoffe. Dabei soll aber keineswegs der technische Fortschritt gehemmt werden.

Bei der künftigen Ausgestaltung des Oberbaues wird auf eine stärkere Belastung mit Großgüterwagen bis zu 50 t und Lokomotiven mit 20 t Achsdruck Rücksicht genommen. Die Ausstattung des Güterwagenparks mit der Kunze-Knorr-Bremse wird Ende 1926 durchgeführt sein, wodurch eine wesentliche Ersparnis an Zugpersonal und eine Beschleunigung des Wagenumlaufs erreicht werden dürfte. Auch die wirtschaftliche Ausnutzung der Brennstoffe ist durch eine planmäßige Wärmewirtschaft in die Wege geleitet.

Um einen höchsten wirtschaftlichen Ertragsgrad der menschlichen Arbeitskraft zu erzielen, ist eine zielbewußte Personal-, Lohn- und Besoldungspolitik nötig. Hier muß mit alten überlieferten Anschauungen, die auch in den Staatsbahnen mehr eine Hoheitsverwaltung als ein Verkehrsunternehmen sahen, gebrochen werden, und die Reichsbahn muß nicht nur „verwaltet", sondern auch „betrieben" werden. Das Personal muß sich als Glied eines technisch-wirtschaftlichen Unternehmens fühlen.

An einer Zahl von graphischen Darstellungen wies der Vortragende die bereits eingetretene Besserung im Eisenbahnwesen nach, so daß von einem Gesundungsprozeß wohl gesprochen werden kann. Dieser Gesundungsprozeß ist leider durch den völkerrechtswidrigen Einbruch Frankreichs und Belgiens in das Ruhrgebiet jäh unterbrochen worden. Mit der zuversichtlichen Hoffnung, daß bei dem passiven Widerstand der deutschen Eisenbahnerschaft die fremde Gewalt schließlich an eigener Überspannung zugrunde gehen werde, schloß der Vortragende seine gehaltvollen Ausführungen. [W 215]

BÜCHERSCHAU.

Die Schlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt z. Zt. 1000.

Eiserne Brücken. Ein Lehr- und Nachschlagebuch für Studierende und Konstrukteure. Von G. Schaper, Geheimen Baurat und Ministerialrat, a. o. Mitglied der Akademie des Bauwesens. Fünfte Auflage. Berlin 1922, Wilhelm Ernst & Sohn. Gz. 20.

Das weit bekannte und beliebte Werk erscheint nun schon in fünfter Auflage, nachdem die erste 1908 herausgegeben worden ist. Im Vergleich mit der ersten Auflage hat sich der Umfang beinahe verdoppelt, auch gegenüber der vierten ist er erheblich erweitert worden, und zwar von 660 auf 807 Seiten; die Zahl der Abbildungen ist von 1152 auf 1292 angewachsen.

Die Vorzüge des Werkes, seine übersichtliche Anordnung, seine klare anschauliche Darstellung in Wort und Bild sind bereits bei Besprechung der früheren Auflagen (Z. 1908 S. 1247; 1911 S. 1034; 1915 S. 19; 1920 S. 899) eingehend gewürdigt; es soll hier nur kurz angedeutet werden, welche Teile in der neuen Auflage hauptsächlich erweitert worden sind.

Im Abschnitt III (Grundeinheiten) sind die breitflanschigen Träger mit parallelen Flanschen als Neuerung hervorgehoben und die Arbeiten des Ausschusses für Versuche im Eisenbau erwähnt und ihre Ergebnisse kurz zusammengefaßt. Der Abschnitt IV (Baustoff) ist ganz umgearbeitet und erheblich erweitert, z. B. durch eine Beschreibung der verschiedenen Prüfungsarten. Im Abschnitt V (zulässige Beanspruchungen) sind die Krohnschen Formeln für zweiteilige Druckstäbe hinzugekommen. Die neuen Vorschriften für die Berechnung der Eisenbahnbrücken sind in dieser Auflage noch nicht enthalten, weil dieser Teil des Werkes schon abgeschlossen war, als die Vorschriften entstanden. Dagegen ist im Abschnitt VI (Belastungen) der neue schwerste Lastenzug angegeben. Dieser Abschnitt enthält auch einige neuere Vorschläge für einheitliche Annahmen über Belastung von Straßenbrücken sowie bildliche Darstellungen ihrer Gewichte.

In dem wichtigen Abschnitt über die Ausbildung der Hauptträger sind besonders viele Abbildungen nebst Beschreibungen neu hinzugekommen, so z. B. eine sehr eingehende Beschreibung der neuen Straßenbrücke über den Rhein in Köln. Auch die Abschnitte über Fahrbahn und Fahrbahnträger, über Lager und Gelenke, über eiserne Säulen und Pfeiler (*X*, *XIII* und *XIV*) enthalten zahlreiche neue Abbildungen von Bauarten, die in letzter Zeit ausgeführt oder auch in Wettbewerbsentwürfen vorgeschlagen sind. Diese neuen Abbildungen von Konstruktionen der verschiedensten Art sind (ebenso wie die aus früheren Auflagen übernommenen) recht glücklich ausgewählt und ebenso geschickt in den Rahmen des Buches eingefügt.

In dem die übrigen Abschnitte ergänzenden Abschnitt *XVI* sind die neuen Vorschläge des Arbeitsausschusses für Straßenbrücken des Normenausschusses der deutschen Industrie hinsichtlich der Höhen- und Breitenabmessungen von Straßenbrücken angegeben.

Man sieht aus diesen kurzen Angaben, daß der Verfasser unausgesetzt bemüht ist, die neuesten und wichtigsten Fortschritte der Technik auf seinem Fachgebiet zu verfolgen und sie den Lesern in ansprechender Form mitzuteilen. Obwohl das Werk nunmehr zu einem stattlichen Band angewachsen ist, sind bei aller Reichhaltigkeit des Stoffes doch alle einzelnen Teile verhältnismäßig knapp behandelt, so daß die Darstellung nirgends weitschweifig wird.

Der Verfasser ist übrigens vor einigen Monaten mit der Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber ausgezeichnet worden, wohl hauptsächlich in Anerkennung der Verdienste, die er sich durch dieses Buch erworben hat. [B 1550]

Breslau. Dr.-Ing. Jordan.

Die Werkstoffe für den Dampfkesselbau, Eigenschaften und Verhalten bei der Herstellung, Weiterverarbeitung und im Betriebe. Von Dr.-Ing. K. Meerbach, Oberingenieur des Hüttenwerks Rothe Erde bei Aachen. Berlin 1923, Julius Springer. 198 Seiten mit 53 Abb.

Das Buch enthält im Hauptabschnitt eine zusammenfassende, übersichtliche Darstellung der Erzeugung der Kesselbleche, ausgehend von den Vorgängen im Siemens-Martin-Ofen, mit besonderen Darlegungen über das Gießen, Erstarren und Verarbeiten der Brammen, das Anwärmen und Auswalzen; hieran schließen sich wertvolle Erörterungen über die Glühbehandlung der Bleche. Es ist ein reicher Erfahrungsschatz zusammengetragen, der das Wesentliche über den derzeitigen Stand unserer Erkenntnisse auf einem Sondergebiet vorführt und auch die mannigfachen Aufgaben erkennen läßt, die auf diesem Gebiet noch der Lösung harren. So wird es als unbefriedigend zu bezeichnen sein, daß das Mehrgewicht des Gußblocks gegenüber dem fertigen Blech heute noch 50 bis 75 vH betragen muß; daß zur Abhilfe eine weitergehende Beeinflussung der Erstarrungsvorgänge besonders wertvoll wäre, tritt dem Leser scharf entgegen. Beim Lesen mancher Stellen entsteht der Wunsch, der Verfasser möge seine Mitteilungen bei späteren Auflagen durch Zahlenangaben erweitern, welche die Betriebsstatistik liefert.

Im zweiten Abschnitt findet sich unter A ein Bild der Weiterverarbeitung der Glattbleche im Kümpelbau; auch hier spricht der Verfasser noch aus seinem unmittelbaren Berufskreis.

Im weiteren sind Gebiete behandelt (Zusammensetzung der einzelnen Teile in der Kesselschmiede, die Einflüsse des Kesselbetriebes), die dem Verfasser vorwiegend als Abnehmer gegenüberstehen; hier werden — naturgemäß in gewissem Grade vom Standpunkt des Blechlieferers — Forderungen für den Zusammenbau in der Kesselschmiede entwickelt und Erörterungen über die Einflüsse des Kesselbetriebes angestellt, die nicht in allen Teilen Zustimmung finden werden.

In einem Anhang berichtet Meerbach über Ergebnisse von Versuchen über den Einfluß der Kokillentemperatur auf die Lage der Seigerungen in Flußeisenblechen. [1714] Gr.

Wissenschaft und Hypothese, Band XXIV: **Die philosophischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung.** Von Prof. Dr. E. Czuber. Berlin und Leipzig 1923, B. G. Teubner. 343 S. Preis Gz. 10, geb. 160.

Sammlung Göschen Bd. 864: **Numerische Integration.** Von Dr. Fr. A. Willers. Berlin und Leipzig 1923, Walter de Gruyter & Co. 115 S. mit 2 Abb. Preis Gz. 1,1.

Mathematisch-physikalische Bibliothek Band 51: **Kreisevolventen und ganze algebraische Funktionen.** Von Dr. H. Onnen sen. Leipzig und Berlin 1923, B. G. Teubner. 49 S. mit 15 Abb. Preis Gz. 0,7

Teubners technische Leitfäden Band 18: **Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate** in ihrer Anwendung auf Physik, Maschinenbau, Elektrotechnik und Geodäsie. Von Ing. V. Happach. Leipzig und Berlin 1923, B. G. Teubner. 74 S. mit 7 Abb. Preis Gz 1,5.

Sammlung Göschen Band 699: **Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie.** Von Dr. G. Dock. 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1923, Walter de Gruyter & Co. 133 S. mit 57 Abb. Preis Gz. 1,1.

Sammlung Göschen Bd. 491: **Aufgabensammlung zur Festigkeitslehre mit Lösungen.** Von R. Haren. 3. Aufl., bearb. von J. Furtmayr. Berlin und Leipzig 1923, Walter de Gruyter & Co. 116 S. mit 43 Abb. Preis Gz. 1,1.

Grundlagen einer neuen Statik. Von F. Reininghaus. Berichtigte Ausgabe. Dresden und Leipzig 1923, „Globus". 49 S. mit 32 Abb. Preis Gz. 3,8.

Statik für Baugewerkschulen und Baugewerksmeister. Von Reg.- und Baurat K. Zillich. I. Teil: Graphische Statik. 8. Aufl. Berlin 1923, Wilhelm Ernst & Sohn. 84 S. mit 168 Abb. Preis Gz. 5.

Enzyklopädie der technischen Chemie. Von Prof. Dr. F. Ullmann. 12. Band. Berlin und Wien 1923, Urban & Schwarzenberg. 647 S. mit 139 Abb. Preis Gz. 30, geb. 40.

Sammlung Göschen Bd. 580: **Die Walzwerke, Einrichtung und Betrieb.** Von Dipl.-Ing. A. Holverscheid. 2. Aufl. Berlin und Leipzig 1923, Walter de Gruyter & Co. 144 S. mit 125 Abb. Preis Gz. 1,1

Hartlebens mechanisch-technische Bibliothek Band XXI: **Gesenkteil-Elemente für das Schmieden unter Presse und Hammer.** Von P. Patek. Wien und Leipzig 1923, A. Hartleben. 60 S. mit 55 Abb. Preis Gz. 4.

Heizkunde im Haushalt. Unter Mitwirkung der Kohlenwirtschaftsstelle, des Schulamtes und des Oberingenieurs Stack herausgegeben vom Heizamte der Stadt Hannover, bearb. von Ing. R. Knoblich. 2. Aufl. Hannover 1923, Helwingsche Verlagsbuchhandlung. 60 S. mit 23 Abb. Preis Gz. 0,90.

Das Fernmeldewesen. Von R. Thiede. Berlin 1923, Otto Elsner. 136 S. mit 74 Abb. Preis Gz. 3.

Die freie Donau. Zeitschrift für Fragen der Binnenschiffahrt, Wasserkraft und Wasserwirtschaft im Donau-Main-Rheingebiet. Festnummer zur Tagung der Hafenbautechnischen Gesellschaft zu Regensburg am 25. und 26. Mai 1923. Regensburg 1923, Gebrüder Habbel.

Montanus Industrie-Handbuch Westdeutschland. Ausgabe 1922. Herausgegeben von H. Montanus. Siegen 1923, Montanusverlag. 150(.

Mitteilungen aus der Versuchsanstalt der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Aktiengesellschaft, Abt. Dortmunder Union, Dortmund. 1922.

Heft 1 enthält eine Einführung und die Arbeiten: Aufgaben und Organisation der Versuchsanstalten in Hüttenwerken, von Dr.-Ing. E. H. Schulz. — Über Bor-Kohlenstoffstähle, von Dipl.-Ing. W. Freytag und Dr. phil. W. Jenge. — Zur Bestimmung des Bors als Legierungsbestandteil, von Dipl.-Ing. A. Seuthe. — Untersuchungen über die Rotbrüchigkeit von Schweißeisen, von Dr.-Ing. E. H. Schulz und Dipl.-Ing. W. Freytag. — Versagen von Material infolge kritischer Reckwirkung und Erhitzung, von Dr.-Ing. E. H. Schulz. — Heft 2 enthält die Arbeiten: Die Unterabteilung für Mineralogie der Versuchsanstalt der Dortmunder Union, von Dr.-Ing. E. H. Schulz. — Beiträge zur Ermüdungsprobe von Stahl auf dem Kruppschen Dauerschlagwerk, von Dr.-Ing. E. H. Schulz und Dipl.-Ing. W. Püngel. — Über den vergleichsweisen Widerstand von Schweißeisen und Flußeisen gegen stoßweise Beanspruchung in der Kälte, von Dipl.-Ing. W. Freytag. — Zur Frage der Zersetzung des Koksofengases bei höheren Temperaturen, von Dipl.-Ing. G. Hinck †. — Untersuchungen über Silikasteine, von Dr. phil. E. Steinhoff. — Beitrag zur Frage der A... des Aufpressens von Radscheiben auf Achsen zur Herstellung von Radsätzen, von Ing. O. Kroll. — Beitrag zur Entwicklung der Kraftwirkungsfiguren im Flußeisen, von F. Bauerfeld und M. Horni...

Walzen und Walzenkalibrieren. Von Prof. Wilh. Tafel. 2. und 3. erweiterte Auflage. Dortmund 1923, Wilh. Ruhfus. 303 S. mit 186 Abb. und 14 Tafeln. Preis Gz. 8.

Das anerkannte Buch ist beim Erscheinen seiner ersten Auflage Z. 1922 S. 738 besprochen worden. Die Erweiterung der neuen Auflage bezieht sich vornehmlich auf den Abschnitt über das Wesen des Walzvorganges. Dabei wird über neue Arbeiten zur Erforschung der Breitung berichtet. Ferner wird das Walzen von Draht, das in der ersten Auflage nur kurz erwähnt worden war, ausführlich behandelt. Schließlich sind zwei I-Kalibrierungen, ein besonderer Abschnitt über die Führungen mit Berücksichtigung der Umführungen und ein kurzer Abschnitt über den Werkstoff für die Walzen eingefügt worden.

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

SCHRIFTLEITER: D. MEYER

NR. 26 SONNABEND, 30. JUNI 1923 BD. 67

INHALT:

Große Blechkantenhobelmaschine mit elektrisch betätigter Spannvorrichtung.

Von Oberingenieur F. Sipmann, Düsseldorf.

Nach kurzen Angaben über eine große Blechkantenhobelmaschine neuzeitlicher Bauart wird die darin eingebaute neuartige elektrisch angetriebene Spannvorrichtung (D. R. P.) eingehend beschrieben.

Die in Abb. 1 und 2 dargestellte Blechkantenhobelmaschine, welche die Maschinenfabrik Schieß A.-G. in Düsseldorf vor kurzem an eine große Eisenbauwerkstätte geliefert hat, zeichnet sich durch eine außergewöhnlich große [H]obellänge aus, denn sie gestattet Einzelbleche, Blechpakete, [W]alz- und Universaleisen bis zu einer Länge von 13 m bei einer [S]pannhöhe bis zu 200 mm in einem Zug zu bearbeiten. Der [a]ußerordentlich kräftige Spannbügel aus Flußstahl sowie der ent[s]prechend widerstandsfähige Aufspanntisch und das Führungs[b]ett für den Werkzeugschlitten haben dabei die stattliche Länge [v]on 16 m, während die aus [ei]nem Stück hergestellte An[tr]iebspindel diese Länge noch [ü]bersteigt. Die Maschine er[h]ält ihren Antrieb durch einen [r]egelbaren Gleichstrom-Um[st]euermotor von rd. 30 PS [L]eistung und 500 bis 750 [U]ml./min, wodurch ermöglicht [is]t, die Schnittgeschwindig[k]eit von 10 bis 15 m/min leicht [z]u verändern.

Außer durch ihre große [H]obellänge erweckt die Ma[sc]hine auch durch ihre neu[ar]tige, elektrisch be[t]ätigte Spannvorrich[t]ung (D. R. P.) Beachtung: [D]as Festspannen der Bleche [m]it den auch heute noch viel[fa]ch üblichen Handspindeln [st]ellt große Ansprüche an die [k]örperliche Kraft und Zeit [d]es Arbeiters, und das führte [sc]hon früh zu dem Bestreben, [se]lbsttätige, von der Kraft [d]es Arbeiters unabhängige [S]pannvorrichtungen zu schaf[fe]n. In Werkstätten, wo [D]ruckwasser zur Verfügung [st]and, lag es sehr nahe, dieses [hi]erfür heranzuziehen; diese [h]ydraulischen Spannvorrich[tu]ngen haben sehr weite Ver[br]eitung gefunden und erfül[le]n auch gut ihren Zweck. [Ih]ren Vorteilen stehen jedoch [au]ch große Nachteile gegen[üb]er; z. B. lassen sich die vielen Rohrverbindungen, [St]opfbüchsen usw. nur [sc]hwer dauernd dicht erhalten, und im Winter gibt das Einfrieren des Druckwassers leicht zu Betriebstörungen Anlaß. Auch Spannvorrichtungen mit Preßluft als Druckmittel sind des öfteren ausgeführt worden, haben aber, wahrscheinlich wegen der Kosten der Preßluft, keine weitere Verbreitung gefunden. Magnetische Spannvorrichtungen, bei deren Einführung man allerdings die allen diesen Spannvorrichtungen gemeinsamen schweren Spannbügel fortfallen lassen könnte, sind bisher noch nicht mit Erfolg zur Anwendung gekommen und dürften auch für das Spannen von Blechpaketen, d. h. von mehreren zum gleichzeitigen Bearbeiten aufeinander gelegten Blechplatten ganz ungeeignet sein.

Abb. 1. Blechkantenhobelmaschine,
gebaut von der Maschinenfabrik Schieß A.-G., Düsseldorf.

Die Nachteile aller dieser Einrichtungen haben die Maschinenfabrik Schieß zur Einführung der elektrisch betätigten Spannvorrichtung veranlaßt, die, nachdem sie sich schon bei früheren Ausführungen bewährt hatte, auch bei der abgebildeten Maschine verwendet wurde. Sie besteht aus dem kräftigen Spannbügel und einer Reihe von einzelnen an diesem angeordneten Spannspindeln, die von einem gemeinsamen Elektromotor angetrieben werden. Dieser mittels des Anlassers umsteuerbare Motor hat rd. 15 PS Dauerleistung, kann jedoch auch bis zu 30 PS ohne Nachteil überlastet werden und ist auf einem Bock an einem der Ständer angeordnet. Er treibt über ein Stirnrädervorgelege eine entlang dem Träger angeordnete Welle, die aus mehreren wegen der beim Spannen unvermeidlichen Durchbiegungen des Trägers beweglich gekuppelten Teilen besteht und über Schnecken und Schneckenräder die Spannspindeln in Bewegung setzt, s. Abb. 3.

Die Schnecken und Schneckenräder für den Antrieb der Spannspindeln sind in geschlossenen Gehäusen untergebracht, die nebeneinander auf dem Spannträger

Abb. 2. Blechkantenhobelmaschine (s. auch Abb. 1).

angeordnet sind. Jedes Schneckenrad *a* ist fest mit einer Büchse *b* verbunden, die in dem Gehäuse gelagert ist und oben mit einem Kranz von Klauenzähnen, s. Abb. 4, aus dem Gehäuse herausragt. In der Büchse *b* sitzt drehbar und senkrecht verschiebbar eine büchsenförmige Bronzemutter *c*, die oben mit einem Teller zur Aufnahme eines Längskugellagers *d* versehen ist und die Spannspindel *e* aufnimmt. Gegen den Teller dieser Mutter legt sich ein Kuppelring *f*, der mit der Mutter durch Federkeil und Schrauben fest verbunden ist und mit seinen geraden Zähnen nach unten gerichtet ist. Zwischen diesem Ring und der Schneckenradbüchse verschiebt oder dreht sich lose ein weiterer Ring *g*, dessen Klauen in die Schneckenradbüchse *b* oder in den Kuppelring *f* eingreifen. Die Zähne auf der Oberseite des Ringes *g* sind dabei doppelt so breit wie erforderlich, so daß auch noch ein über den Kuppelring *f* gestreifter Ring *h* mit seitlich abgeschrägten Zähnen in diese Zähne eingreifen kann. Dieser ist auf dem Kuppelring *f* in Federkeilen senkrecht leicht verschiebbar und wird durch Federn stets nach unten auf den Ring *g* gedrückt.

Die Spannspindeln werden mit dem oberen mit Gewinde versehenen Ende von der Mutter *c* aufgenommen, gehen durch den ganzen Spannbügel hindurch und werden unter diesem in Lagern *i* nochmals geführt. Am unteren Ende ist jede Spindel mit einem Sechskant und mit einem Spannschuh versehen. Ein Federbolzen *k*, der mit einem rechteckigen Ende in eine Nute der Spannspindel eintritt, verhindert im allgemeinen ihre Drehung.

Die Zugbolzen *l*, die ebenfalls durch den ganzen Spannträger hindurchgehen, führen ein Querstück *m* unmittelbar über dem Kugellager *d* der Mutter *c*. Zwischen diesem Querstück und einem zweiten, darüber angeordneten ist eine sehr kräftige Pufferfeder *n* eingebaut, die mittels der auf den Zugbolzen sitzenden Sechskantmuttern *o* und des oberen Querstückes *p* soweit angespannt werden kann, daß sie den zum Spannen erforderlichen Druck erzeugt.

Ist die Spannspindel in ihrer höchsten Lage abgehoben, so befindet sich die Mutter *c* in ihrer tiefsten Stellung, die dadurch bedingt ist, daß sie sich mit dem unteren Ende auf einem inneren Rand der Schneckenradbüchse *b* aufsetzt. Das Querstück *m* liegt hierbei auf runden Muttern *q*, die man an den Zugbolzen *l* so einstellen kann, daß die Kraft der gespannten Pufferfeder nur von den Zugbolzen aufgenommen und die Mutter *c* vollständig entlastet ist. Um nun ein Werkstück einzuspannen, läßt man den Motor so an, daß das Schneckenrad die in Abb. 4, erste Stellung, durch Pfeil gekennzeichnete Drehrichtung erhält. Die Kuppelzähne der mit dem Schneckenrad verbundenen Büchse *b* heben dann zuerst mittels ihrer schrägen Kante den Ring *g* bis in seine Höchstlage, Abb. 4, zweite Stellung, worauf die Bewegung des Schneckenrades über die Ringe *g* und *f* auf die Mutter *c* übertragen wird. Diese legt sich mit dem Kugellager gegen das Querstück *m* und stößt hier auf den Widerstand der Pufferfeder, so daß jetzt die Spannspindel, die der Federbolzen *k* an der Drehung hindert, abwärts gehen muß. Diese Bewegung setzt sich fort, bis die Spindel mit ihrem Spannschuh auf das festzuspannende Blech trifft, s. Abb. 3. Der große Widerstand, den die Spindel jetzt findet, zwingt die Mutter *c* unter Überwindung des Federdruckes nach aufwärts, wobei sich das Querstück *m* von den runden Muttern abhebt. Mit der Mutter *c* wandert auch der Kuppelring *f* nach oben, bis er die in Abb. 4, dritte Stellung, gezeichnete Lage erreicht, wo seine Zähne aus dem Eingriff mit den oberen Zähnen des Ringes *g* heraustreten. Der Ring *g* wird dadurch frei und fällt wieder in seine ursprüngliche Lage, Abb. 4, vierte Stellung, zurück; zwischen den Kuppelzähnen entsteht so ein reichlicher freier Raum, so daß die Zähne nicht aneinander reiben können. Wie aus Abb. 3 ersichtlich, ruht jetzt der ganze Federdruck, für jede Spannspindel 3500

bis 4000 kg, unmittelbar auf (r Spannspindel und damit auf d Werkstück. Der Gegendruck w unter Vermittlung des Qu- stückes *p* und der Zugbolze auf den Spannträger übertrag Der Antrieb geht ungehind weiter, bis alle Spindeln auf- drückt sind, und wird dann m- tels des Anlassers abgestellt.

Um die Spannspindeln zu lös und abzuheben, läßt man den M- tor in entgegengesetztem Dre- sinn an, wobei das Schnecke- rad in der Richtung des Pfeil in Abb. 4, vierte Stellung, läu Die Bewegung wird wieder unt Vermittlung des Ringes *g*, ab jetzt über den Ring *h* auf Mutter *c* übertragen. Zue schraubt sich hierdurch Mutter abwärts, bis sie, nachde

Stellung 1 2 3 4

Abb. 4. Abwicklung der Formen der Kuppelzähne und deren Lage zu einander während eines Spannvorganges.

Abb. 3. Schnitt durch ein Spannelement bei niedergedrückter Spannspindel.

Abb. 5. Schni durch das untere Spinde lager mit Federstift.

Abb. 6. Schni durch die Spannspindel

vorher durch Aufsetzen des Querstückes *m* auf die Muttern *q* di Spindel wieder vom Federdruck entlastet worden ist, durch de Ansatz in der Büchse *b* aufgehalten wird. Hiernach bewegt sic die Spindel aufwärts. Damit die Spindel nicht zu hoch steigt un gegen ihre Führung stößt, ist das unterste Stück der Nut fü den Federbolzen erweitert, Abb. 5 und 6, so daß die Spinde durch Reibung im Gewinde von der Mutter *c* mitgenommen wir und nicht weiter steigen kann.

Der Federbolzen *k* läßt sich mittels eines Knopfes aus de Nut herausziehen und durch Drehen um 90° ausrücken. Di Spindel dreht sich dann infolge der Gewindereibung mit, geh aber weder aufwärts noch abwärts. Das ermöglicht, nur so vie Spindeln an dem Spannvorgang teilnehmen zu lassen, wie nac der Länge des zu spannenden Stückes gebraucht werden. Da neben kann man die ausgerückten Spindeln auch mit der Han spannen. Die Mutter *c* steht dann fest, und die Spindel läßt sic mit Hilfe eines Schlüssels und des Sechskantes an ihrem End herabschrauben. Das kann auch von Vorteil sein, wenn de elektrische Antrieb versagt. [1680]

Dauerfestigkeit von Eisen und Stahl bei wechselnder Biegung, verglichen mit den Ergebnissen des Zugversuchs.

Von Professor Dr.-Ing. R. Stribeck, Stuttgart.

Dauerfestigkeit von geglühten, vergüteten und kaltgereckten Kohlenstoffstählen und von Chromnickelstahl auf Grund von Versuchen von H. F. Moore und J. B. Kommers in Illinois. — Zusammenfassung der Ergebnisse in einer Regel, wonach die Dauerfestigkeit proportional dem arithmetischen Mittel aus Zugfestigkeit und Streckgrenze ist. — Vergleich mit den Versuchen von Wöhler, Martens, Lasche. — Erwärmungsgrenze = Dauerfestigkeit: Weg zur schnellen Ermittl ung der Dauerfestigkeit durch Temperaturmessungen. — Es gibt die natürliche Elastizitätsgrenze. Sie stimmt mit der Erwärmungsgrenze und der Dauerfestigkeit überein und ist deshalb die maßgebende Materialgröße für hochbeanspruchte Konstruktionsteile, die Spannungswechsel dauernd vertragen sollen. — Dauerfestigkeit und zulässige Beanspruchung.

Seit Wöhler ist viel über Dauerversuche geschrieben worden[1]), die Konstrukteure halten sich jedoch noch heute an die Regeln, die aus den Wöhlerschen Versuchen abgeleitet worden sind. In jüngster Zeit ist aber ein Bericht über Dauerversuche erschienen[2]), die nach Anlage, Umfang und Gehalt geeignet erscheinen, als Unterlage für neue Regeln über die zulässige Beanspruchung der Maschinenteile zu dienen. Kennzeichnend für das gesteckte Ziel ist, daß zur Vorbereitung der Versuche und Beratung der Versuchsleiter ein größerer Ausschuß angesehener Ingenieure aus Wissenschaft und Praxis, das National Research Committee, aufgeboten worden war.

Am wichtigsten sind die Versuche mit nach Lage und Größe unveränderlichem Biegungsmoment und umlaufender Probe, wobei die Spannungen zwischen $+\sigma$ und $-\sigma$ wechselten. Sie enthalten fast alles Wesentliche, weshalb ich nur sie ausführlich behandle. Von den mancherlei anderen Versuchen, z. B. Zug- und Druckversuch, Härteprüfung nach Brinell, Kerbschlagprobe, Vielschlagprobe, habe ich nur die Ergebnisse der Zugversuche aufgenommen und auch sie nur insoweit, als ich eine Beziehung zwischen ihnen und den Dauerversuchen erkennen konnte.

Versuchsmaterial.

Die Versuche erstrecken sich nur auf Eisen und Stahl. Sie umfassen unter den Kohlenstoffstählen (C-Stählen) die wichtigsten Konstruktionsstähle, dazu ein fast reines Eisen — Weicheisen —, einen eutektischen und einen übereutektischen Stahl, ferner einen Nickelstahl und einen Chromnickelstahl, insgesamt 10 Stahlsorten von verschiedener Elementaranalyse (s. Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der untersuchten Stähle.

Nr.	Querschnittform	C vH	Si vH	Mn vH	P vH	S vH	Ni vH	Cr vH
1	2×1″	1,20	0,19	0,25	0,021	0,021	—	—
3	4″ ⌀	0,52	0,24	0,56	0,037	0,029	—	—
4	4″ ⌀	0,37	0,16	0,58	0,032	0,035	—	—
5	2×1″	0,24	0,15	0,37	0,019	0,025	3,33	0,87
6	2×7/8″	0,93	0,03	0,38	0,017	0,045	—	—
7	1″ ⌀	0,41	0,25	0,75	0,020	0,020	3,41	0,18
9	1″ ⌀	0,02	0,02	0,03	0,005	0,042	—	—
10	15/16″ ⌀	0,49	0,12	0,46	0,017	0,029	—	—
50	7/16″ ⌀ kalt gezogen	0,20	0,03	0,67	0,025	0,090	—	—
51	1/2″ ⌀ heiß gewalzt	0,18	0,06	0,37	0,013	0,039	—	—

Von den meisten Baustoffen wurden geglühte und vergütete Proben, von zweien auch kaltgereckte Proben untersucht, wodurch die Zahl der Versuchsreihen mit nach innerem Aufbau und mechanischen Eigenschaften verschiedenen Stahlarten auf 22 steigt. Das Weicheisen Nr. 9 wurde nur im Anlieferzustand geprüft, die Stähle mit 0,37 und höherem C-Gehalt nach einer Warmbehandlung im Laboratorium, die sich teils als Glühen, teils als Vergüten kennzeichnet. Bei dem als „normalizing heat treatment" bezeichneten Glühen[3]) wurden

die Stähle mit	0,37,	0,49,	0,52,	0,93,	1,20 vH C
teils 15 min, teils 20 min lang auf	813,	927,	843,	871,	860° C

Glühtemperatur gehalten und teils an der Luft, teils im Ofen bei offener Tür abgekühlt. Nach welchem Gesichtspunkt diese Temperaturen gewählt worden sind, ist nicht angegeben; als Normaltemperaturen für Konstruktionsstähle können sie nicht gelten, wie auch aus den Ergebnissen der Zugversuche, Zahlentafel 2, hervorgeht. Die dort als 0,93 C perlitisch bezeichneten Proben sind nach dem Ausglühen nochmals auf 788° erhitzt worden und nach 15 min langsam im Ofen erkaltet.

Beim Vergüten wurden

die Stähle von	0,37	0,49	0,52	0,93 vH C	
16 min lang auf	843	774	788	788° C	gehalten
darauf in	Wasser	Wasser	Wasser	Oel	abgeschreckt
auf	566	650	650	650° C	erwärmt
und	an Luft	im Ofen	an Luft	an Luft	abgekühlt.

Für den Chromnickelstahl sind drei Warmbehandlungen A, B, C angegeben, denen gemeinsam ist, daß nach 30 min langem Glühen bei 830° C in Öl abgeschreckt wurde. Darauf folgte bei A Erwärmen auf 370° und Abkühlen in Öl, bei B und C dagegen Wiedererhitzen auf 790° und Abschrecken in Öl, Erwärmen auf 650° und nach 60 min bei B Abkühlen im geschlossenen Ofen, bei C Abschrecken in Wasser. B und C entsprechen dem Vergüten. A ist als Härtung mit mäßigem Anlassen zu bezeichnen.

Die Stangen Nr. 51 und 50, deren Anlieferzustand als heiß gewalzt und als kalt gezogen bezeichnet ist, dienten zur Ermittlung des Einflusses des Kaltreckens.

Probenform. Versuchsergebnisse.

Von den Versuchseinrichtungen ist nur zu erwähnen, daß zu den Dauerversuchen eine Maschine von Farmer gedient hat, die nach Art der von Martens entworfenen Maschine im mittleren, verjüngten Teil der Probe ein unveränderliches Biegungsmoment zeigt. Die Norm der Proben wurde nach Abb. 1 festgesetzt, nachdem man durch Untersuchung von Zelluloidmodellen in polarisiertem Licht zur Ansicht gekommen war, daß sich die Spannungsverteilung im mittleren Querschnitt nicht merklich von der des zylindrischen Stabes unterscheide. Nachdem sich später gezeigt hatte, daß die Verjüngung des 50 mm langen mittleren Teiles von 10,2 auf 7,6 mm nicht genügte, um zu verhüten, daß Proben aus hartem Stahl in einem der benachbarten Kugellager brachen, ist für solche Stähle der kleinste Durchmesser auf 6,9 mm herabgesetzt worden. Der mittlere Teil wurde nach dem Drehen gefeilt und dann mit Schmirgelpapier 0 und 00 behandelt. Durch weiteres Glätten konnte weder die Dauerfestigkeit, noch die Gleichmäßigkeit der Ergebnisse gehoben werden.

Abb. 1. Norm der Proben.

Die Drehzahl der Stähle war 1500 Uml./min. Die Dauerfestigkeit wurde dem S-N-Diagramm entnommen, wobei S das Biegungsmoment dividiert durch das Widerstandsmoment des kleinsten Querschnitts ist. S ist die wahre Spannung, wenn die Wechselspannungen innerhalb der Elastizitätsgrenzen für Zug und Druck bleiben. Werden diese Grenzen überschritten, so besteht über die wahre Spannung Unsicherheit. Maßgebend sind aber die Elastizitätsgrenzen, die sich beim Dauerversuch als Beharrungszustand einstellen. Sie brauchen nicht mit den durch den Zugversuch und den Druckversuch ermittelten ursprünglichen Elastizitätsgrenzen übereinzustimmen, wie weiter unten näher ausgeführt ist. Der Hinweis hierauf an dieser Stelle ist angezeigt, weil sich in einigen Fällen ergeben hat, daß die berechnete Dauerfestigkeit größer als die Elastizitätsgrenzen, für das Weicheisen sogar größer als die Fließgrenzen für Zug und Druck war. N gibt an, wieviel Umdrehungen die Probe unter Belastung bis zum Eintritt des Bruches gemacht hat.

Die erste Probe einer Versuchsreihe wurde so hoch beansprucht, daß der Bruch nach kurzer Zeit eintreten mußte. Sodann wurde S vermindert, bis schließlich 100 Millionen Umdrehungen noch nicht zum Bruch führten. Diese langen Versuche jeder Reihe wurden auf 3 bis 5 Proben erstreckt. Indem die Forscher ihre Diagramme mit log S und log N als Koordinaten aufzeichneten, erhielten sie eine geneigte Gerade, für die sich bei Unterschreitung eines bestimmten S-Wertes (S_{min}) keine Fortsetzung ergab, denn bei jeder kleineren Spannung blieb bis zu der zugelassenen Höchstzahl von 100 Millionen Umläufen der Bruch aus. Für diesen Grenzwert von S war N zumeist 1 bis 10 Millionen, in einigen Fällen sogar weniger als 1 Million, in keinem Fall aber mehr als 10 Millionen. Zwischen 10 und 100 Millionen trat also kein Bruch mehr auf, was den Schluß nahelegt, daß der erwähnte Wert von S an die Dauerfestigkeit, das ist die größte unter den Spannungen, die nicht zum Bruch führen, grenzt. Mit anderen Worten: wird S_{min} um den

[1]) Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Werkstoffausschuß-Bericht Nr. 19 Ermüdungserscheinungen und Dauerversuch. Zusammenfassender Bericht über das bis Ende 1921 bekannt gewordene Schrifttum von R. Mailänder.

[2]) University of Illinois Bulletin Vol. XIX Nr. 8 Okt. 24, 1921: An Investigation of the fatigue of metals by H. F. Moore and J. B. Kommers, Bulletin Nr. 124 Engineering Experiment Station.

[3]) Das Wort „normalisieren" ist in diesem Sinne leider auch in das deutsche Schrifttum übernommen worden. Da weder der Begriff erklärt worden ist, noch aus dem Gebrauch des Wortes deutlich hervorgeht, was das Besondere dieses Glühens ist, so ist nicht einzusehen, was anderes damit gewonnen ist, als ein schlechtes Fremdwort mehr.

Zahlentafel 2. Ergebnisse der Zugversuche. Dauerfestigkeit.

Nr.	Stahlbezeichnung	Streckgrenze σ_S kg/mm²	Zugfestigkeit σ_Z kg/mm²	Bruchdehnung $d = 1/2''$ $l = 2''$ vH	Einschnürung vH	Dauerfestigkeit kg/mm²	$0{,}57 \frac{\sigma_S + \sigma_Z}{2}$ kg/mm²	Erwärmungsgrenz kg/mm
9	0,02 C wie angeliefert	13,4	29,8	48,3	76,2	18,3 [3]	—	18,3 [3]
51	0,18 C heiß gewalzt 0,50″ Dmr.	28,3	43,2	41,0	66,7	20	20	19
51	0,18 „ „ „ auf 0,48″, kalt gestreckt	44,5	47,5	22,3	63,3	25	26	27
51	0,18 „ „ „ „ 0,44″, „ „	49,6 [1]	51,6	14 2	59,5	29	29	29
50	0,20 „ kalt gezogen, wie geliefert	38,8 [1]	61,0	13,8	49,3	29	29	29
50	0,20 „ „ „ , bei 705° C geglüht	20,7	39,8	41,3	65,5	20 [4]	17	19
50	0,20 „ „ „ , „ 843° „ „	21,2	40,6	40,8	63,2	18	18	—
4	0,37 „ geglüht	24,5	50,5	29,4	53,5	23	21	22
4	0,37 „ vergütet A	61,4	72,1	23,3	65,1	40	38	—
4	0,37 „ „ B	44,4	66,2	25,0	63,0	32	32	34
10	0,49 „ vergütet	49,0	68,1	23,5	57,8	34	34	34
3	0,52 „ geglüht	33,5	68,9	24,4	41,7	29,5	29,5	29
3	0,52 „ vergütet	59,3	78,3	21,9	56,6	39	39	37
6	0,93 „ perlitisch	23,5	59,1	24,8	37,2	21 [5]	24	20
6	0,93 „ vergütet	47,5	80,8	23,0	39,6	39	37	37
6	0,93 „ troostitisch	(100) [2]	132,4	9,9	29,3	69	(66)	63
1	1,20 „ geglüht	42,6	82,2	7,9	11,6	35	35	30
1	1,20 „ vergütet	91,5	126,5	9,0	15,2	65	62	62
7	3,5 Ni Behandlung B	64,0	78,6	23,6	60,2	44	41	44
5	CrNi-Behandlung A	90,1	97,5	18,2	61,8	48	54	46
5	„ „ B	72,9	79,7	24,2	68,7	46	44	46
5	„ „ C	70,7	80,3	23,2	69,3	47	43	49

kleinen Betrag ΔS unterschritten, so wird $\Delta N = \infty$. Im Diagramm läßt sich das durch eine Parallele zur N-Achse ausdrücken, die man unter Berücksichtigung der Proben, die 100 Millionen Umläufe aushielten, hinreichend genau ziehen kann. $S_{\min}$ ergibt sich als Schnittpunkt dieser Parallelen und der mit den log-Koordinaten gewonnenen S-N-Geraden. Diese Erkenntnis bietet die Möglichkeit, schneller zum Ziel zu gelangen.

Die Zerreißproben hatten ½″ (12,7 mm) Dmr. und waren zwischen den Köpfen 4″ (101,6 mm) lang. Die Meßlänge betrug 2″ (50,8 mm).

Bei vergüteten Proben aus C-Stählen ändern sich die Festigkeitseigenschaften von der Oberfläche zur Achse hin. Insbesondere nehmen Streckgrenze und Zugfestigkeit nach innen hin ab. Beim Zerreißversuch erhält man hierfür mittlere Werte, während die Dauerfestigkeit für Biegung nur von den Eigenschaften nahe der Oberfläche abhängt. Deshalb müssen beim Vergleich der Ergebnisse beider Prüfverfahren die Werte für Streckgrenze und Zugfestigkeit als zu klein gelten. Es wäre richtiger gewesen, die vergüteten Zugproben weniger dick zu machen, mindestens nicht dicker, als den gefährlichen Querschnitt der Biegeproben.

Bei den Zugversuchen hat man außer den in Zahlentafel 2 aufgenommenen Größen auch Elastizitätsgrenze und Proportionalitätsgrenze bestimmt. Ich habe diese Angaben nicht wiedergegeben, jedoch bei den kaltgereckten Proben 51 und 50, welche keine Streckgrenze hatten, dafür die Elastizitätsgrenze eingesetzt. Ferner habe ich in drei Fällen, in denen die Dauerfestigkeit größer als die Elastizitätsgrenze ist, Angaben über die Elastizitätsgrenze gemacht.

Versuche mit Normalproben.

Zahlentafel 2.

Für die vergüteten C-Stähle ist die Zugfestigkeit durchweg größer als für die geglühten. Aber noch viel größer ist der Unterschied bei der Streckgrenze, denn durch das Vergüten wird die Festigkeit auf das 1,14 bis 1,54fache, die Streckgrenze auf das 1,8 bis 2,5fache erhöht. Dieser Unterschied im Einfluß auf Festigkeit und Streckgrenze kommt am besten in der Änderung des Verhältnisses von Streckgrenze zu Zugfestigkeit zum Ausdruck. Dieses beträgt für geglühte Proben 0,49 bis 0,52 (für Weicheisen 0,45) und für vergütete Proben 0,67 bis 0,85 mit der einen Ausnahme des 0,93 C-Stahls, für den es 0,59 ist. Noch näher an der Zugfestigkeit liegt die Streckgrenze beim Chromnickelstahl, wo das Verhältnis 0,88 bis 0,93 beträgt. Wird der Vergleich auf die Dauerfestigkeit erstreckt, so zeigt sich, daß durch das Vergüten auch die Dauerfestigkeit größer geworden ist. Die Zunahme ist aber verhältnismäßig kleiner als bei der Streckgrenze und größer als bei der Zugfestigkeit. Während die Dauerfestigkeit für die geglühten Stähle das 0,82 bis 0,95fache der Streckgrenze ist (für das Weicheisen sogar beträchtlich größer als die Streckgrenze), sinkt dieses Verhältnis für vergüteten Stahl bis zum 0,65fachen der Streckgrenze.

Man war stets geneigt, nach einer Abhängigkeit der Dauerfestigkeit von der Elastizitätsgrenze oder von der Streckgrenze zu suchen, und hat dabei gefunden, daß im allgemeinen die Dauerfestigkeit mit zunehmender Streckgrenze wächst. Das gilt auch für die vorliegenden Versuche. Zugleich zeigen sich jedoch große Unregelmäßigkeiten, wie z. B., daß die Stähle 0,37 C vergütet A und 0,93 C vergütet bei 61,4 und 47,5 Streckgrenze nahezu die gleiche Dauerfestigkeit haben. Auch der fernerliegende Gedanke an einen Zusammenhang zwischen Dauerfestigkeit und Zugfestigkeit führt, in gleicher Weise verfolgt, zu keinem andere[n] Ergebnis. Solche Erwägungen haben mich dazu geführt, di[e] doppelte Abhängigkeit von Streckgrenze und Zugfestigkeit zu[-] gleich in Betracht zu ziehen, und ich fand in

$$\sigma_D = 0{,}57 \frac{\sigma_S + \sigma_Z}{2}$$

die Formel, die die Ergebnisse so zusammenfaßt, daß den prak[-] tischen Anforderungen voll genügt ist. Wie aus Zahlentafel 2 hervorgeht, gilt sie nicht nur für die geglühten und vergütete[n] C-Stähle, sondern auch für die kaltgereckten Proben. Nicht gan[z] so gut, aber immerhin noch ausreichend, paßt sie sich auch den Nickelstahl und dem Chromnickelstahl an. Da die Zusammen[-] stellung das weite Gebiet vom Weicheisen bis zum troostitischen Stahl von rd. 130 kg/mm² Zugfestigkeit, darunter auch kalt[-] gerecktes Eisen, umfaßt, so dürfte sie für Stahl und Eisen allge[-] mein zulässig sein. Sie besagt, daß die Dauerfestigkeit dem arithmetischen Mittel aus Streckgrenze und Zugfestigkeit pro[-] portional ist. Die Verhältniszahl, die für die normalen Proben 0,57 beträgt, wird für andere Stabformen, bei denen Nebenwir[-] kungen nicht so streng ferngehalten werden, oder die eine rauhere Oberfläche haben, kleiner sein.

Die Bedeutung der Regel liegt aber nicht allein darin, daß der Zugversuch den Dauerversuch in vielen Fällen überflüssig macht, sondern auch darin, daß sie die Bedeutung verschiedener Stahlsorten für den Konstrukteur in hellere Beleuchtung rückt. So lehrt die Zusammenstellung, daß die Dauerfestigkeit der geglühten C-Stähle, soweit sie Konstruktionsstähle im engeren Sinne sind, zwischen 18 und 30 kg/mm² liegt. Im vergüteten Zustand ist die obere Grenze 40. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß sich C-Stähle nur auf geringe Tiefe vergüten lassen. Zahlen-

[1] Diese beiden Zahlen gelten für die Elastizitätsgrenze. Ich habe sie als Ersatz für die Streckgrenze verwertet, weil sich diese bei den kaltgezogenen Stangen nicht ausgeprägt hat.

[2] Die Streckgrenze ist nicht ausgeprägt. Die Elastizitätsgrenze von 71,8 kg/mm² kann nicht als Ersatz in Frage kommen, weil bei derart gehärtetem Stahl die bleibende Dehnung bis weit über die verhältnismäßig niedrige Elastizitätsgrenze hinaus nur sehr langsam zunimmt und erst von etwa 0,8 σ_z rascher wächst. Der an Stelle der Streckgrenze eingesetzte Wert von 100 kg/mm² entspricht 0,75 σ_z. Bei seiner Wahl habe ich auch den vergüteten Stahl 1,20 C berücksichtigt, der ihm nach seinem ganzen Verhalten beim Zugversuch nahesteht und für welchen die Streckgrenze das 0,72 fache der Zugfestigkeit beträgt.

[3] Die für die Dauerfestigkeit angegebene Zahl ist um 36 vH größer als die Streckgrenze. Wegen der Unsicherheit der Rechnungsgrundlage kann 18,3 kg/mm² nicht als die wirkliche Spannung gelten. Moore und Kommers nehmen an, daß die tatsächliche Dauerfestigkeit noch in den Bereich der Streckgrenze falle, also nur 13,4 kg/mm² betrage. Das setzt aber voraus, daß sich die bleibende Streckung und Quetschung, welche das der Oberfläche benachbarte Material bei der ersten Umdrehung erfährt, bei den folgenden 100 Millionen Umdrehungen stets wiederholt. Ich glaube nicht, daß das Eisen dieses Kneten solange ausgehalten hätte, nehme vielmehr an, daß Streckgrenze und Quetschgrenze bei der wiederholten Beanspruchung gehoben wurden. Hierfür spricht auch, daß für die Erwärmungsgrenze ebenfalls 18,3 kg/mm² ermittelt worden ist.

[4] Die Elastizitätsgrenze beträgt 18,2 kg/mm². Die Dauerfestigkeit ist also größer als die Elastizitätgrenze und erreicht praktisch die Streckgrenze.

[5] Auch bei dem als perlitisch bezeichneten Stahl mit 0,93 C ist die Dauerfestigkeit größer als die Elastizitätsgrenze, die nur 17,9 kg/mm² beträgt. Wird sie andererseits mit der Dauerfestigkeit für den nur 0,37 vH Kohlenstoff enthaltenden geglühten Stahl und für den geglühten Stahl mit 0,52 vH Kohlenstoff verglichen, so erscheint sie sehr niedrig. Gleiches gilt für Streckgrenze und Zugfestigkeit. Der Stahl 0,93 C ist augenscheinlich durch die besondere Art der Warmbehandlung in einen Zustand geringster Zugfestigkeit und zugleich niedrigster Streckgrenze versetzt worden, der zwar für die Bearbeitung mit Schneidstählen besonders günstig, für einen Konstruktionsstahl aber ungeeignet ist. Für einen solchen hätte bei 0,93 vH C die Streckgrenze 30 bis 40 und die Festigkeit 85 kg/mm² betragen sollen, wofür sich dann als Dauerfestigkeit mindestens 31 kg/mm² ergeben hätte.

fel 2 enthält dafür ein gutes Beispiel in den Proben 0,37 C ›rgütet A und vergütet B. Die Proben A wurden auf ½ mm ›ermaß gedreht und dann vergütet: Dauerfestigkeit 40. Die roben B wurden als Quadratstäbe von 16 mm vergütet und dann f Maß gedreht: Dauerfestigkeit 32. Für das arithmetische ittel aus Streckgrenze und Zugfestigkeit hat sich der Unter-hied etwas kleiner ergeben, was bei der größeren Dicke der erreißproben auch erwartet werden muß. Bei Stücken mit ößeren Querschnitten ist deshalb ein so günstiger Einfluß des ergütens auf die Dauerfestigkeit von C-Stählen, wie bei den ormalproben, nicht zu erzielen. Anders bei den legierten ählen, bei denen die Vergütung auf viel größere Tiefe wirkt. ie Chromnickelstähle, die hier an erster Stelle stehen, und von nen der geprüfte die Dauerfestigkeit 46 aufweist, ergeben auch i größeren Abmessungen noch Streckgrenzen von 65 bis 75, i Festigkeiten von 75 bis 95 kg/mm², durchschnittlich also ›ensoviel, wie die vergüteten dünnen Proben B und C des Chrom-ckelstahls Nr. 5.

Ob die Zähigkeit aus dem Zugversuch oder aus dem Kerb-hlagversuch abgeleitet wird, ob sie groß oder klein ist, in den ahlen für die Dauerfestigkeit prägt sich das nicht aus. Man ›rgleiche z. B. die Stähle 0,49 C vergütet und 1,2 C geglüht. Das ·ithmetische Mittel aus Streckgrenze und Festigkeit ist für beide ahezu gleich, ebenso die Dauerfestigkeit, und doch sind Bruch-ehnung und Einschnürung sehr verschieden. Der Dauerbruch acht den Eindruck eines spröden Bruches. Hiernach scheint den Abnahmevorschriften und bei der Handhabung der Abnahme vielen Fällen der Zähigkeit übertriebener Wert beigelegt zu erden. Der Konstrukteur kann selten angeben, welche Zähigkeit braucht, für ihn ist das Gefühlssache. Es ist eine wichtige ufgabe der nächsten Zeit, Erfahrungen zu sammeln, damit man e Bedeutung der Zähigkeit für die verschiedenen hoch bean-›ruchten Maschinenteile richtig würdigen kann.

Einfluß von Hohlkehlen und scharfen Eindrehungen auf die Dauerfestigkeit.

Zu diesen Versuchen wurden der vergütete 0,49 C-Stahl und as Weicheisen mit 0,02 C verwandt. Bei allen Proben war der leinste Durchmesser 7 mm, der Durchmesser zu beiden Seiten er Hohlkehle oder Eindrehung 10,2 mm.

Krümmungshalbmesser der Hohlkehle	Stahl 0,49 C vergütet	Weicheisen 0,02 C
250 mm	Dauerfestigkeit: 100 vH	100 vH
25,4 „	„ 100 „	—
6,35 „	„ 92 „	85 „
Rechteckige Eindrehung von 12,7 mm Länge	„ 40 „	52 „
Keilförmige Eindrehung von 90° Spitzenwinkel	„ 40 „	—

Die verhältnismäßige Verminderung der Dauerfestigkeit durch ie scharfe Eindrehung ist hiernach für das besonders dehnbare Veicheisen ebenso groß, wie für den 0,49 C-Stahl von reichlich oppelt so großer Härte und nur halb so großer Bruch-ehnung. Im allgemeinen bestätigen die Ergebnisse die praktische rfahrung von der nachteiligen Wirkung scharfer Eindrehungen.

Einfluß des Oberflächenzustandes auf die Dauerfestigkeit.

Vergleichende Versuche mit	0,49 C-Stahl vergütet	Weicheisen 0,02 C
) Oberflächenbehandlung der Normalprobe	100 vH	100 vH
) nach normaler Behandlung noch hochpoliert	nicht merklich größer als 1)	—
) mit Schmirgelscheibe fertig geschliffen	nur wenig kleiner als 1)	—
) mit Schlichtstahl fertiggedreht	etwas kleiner als 1)	um 8 vH kleiner als 1)
5) roh gedreht	um 18 vH kleiner als 1)	um 12 vH kleiner als 1)

Schleifen der Oberfläche genügt also zur Erzielung der größten Dauerfestigkeit. Grobe Drehriefen setzen die Dauerfestigkeit so-vohl beim harten Stahl als beim Weicheisen schon beträchtlich erab. Ob der Einfluß bei beiden ungefähr gleich groß ist, läßt ich nach diesen wenigen Zahlen nicht beurteilen. Man wird aber eneigt sein, diese Frage zu bejahen, wenn man an die Wirkung charfer Eindrehungen denkt.

Zeitweilige Überschreitung der Dauerfestigkeit.

Die Proben machten 1500 Uml./min. Mit dem Stahl 0,49 C ergütet wurden folgende Versuche angestellt:

	Rückgang der Dauerfestigkeit
Die Dauerfestigkeit wurde während 5000 Drehungen um 10 vH überschritten:	nicht merklich
„ „ „ „ 5000 „ „ 20 „ „ :	„ „
„ „ „ „ 5000 „ „ 26 „ „ :	11 vH
„ „ „ „ 1000 „ „ 29 „ „ :	nicht merklich
„ „ „ „ 1000 „ „ 35 „ „ :	4 vH

Ferner wurde noch bei langsamer Handbewegung während 100 Umdrehungen die Dauerfestigkeit um 38 vH überschritten mit dem Ergebnis, daß die Dauerfestigkeit nicht zurückging.

Mit Stahl 1,20 C vergütet wurde die Dauerfestigkeit um 20 vH, in einem Fall während 5000 Umdrehungen, im anderen Fall während 10 000 Umdrehungen überschritten. Die Folge war ein Rückgang der Dauerfestigkeit um 12 bis 14 vH.

Dauerfestigkeit und innere Erwärmung der Proben. Erwärmungsgrenze.

Das Verfahren beruht auf der Erwägung, daß Dauerbruch nicht eintritt, solange sich das Kräftespiel nur rein elastisch auswirkt, sondern erst im Gebiet der plastischen Verschiebungen, und daß sich diese durch Erwärmung ankünden. In Verfolg dieses Gedankens hat zuerst Stromeyer die Beziehung zwischen Beanspruchung und Erwärmung durch eine Linie dargestellt und gefunden, daß diese Linie in der Gegend der Dauerfestigkeit einen Knick aufweist. Nach diesem Vorgang haben Putnam und Harsch für die zu den Dauerversuchen verwendeten Baustoffe den Knick in der Erwärmungslinie bestimmt, s. Abb. 2. Die entsprechende Temperaturzunahme ist begreiflicherweise sehr ge-

Abb. 2. Erwärmungsgrenze.

ring, zumeist weniger als 0,02° C. Dabei wurde die Probe einerseits festgehalten und am freien Ende mit mehr oder minder großem Ausschlag im Kreis herumbewegt. Um die Erwärmung zu messen, wurde ein Kupfer-Konstantan-Thermoelement an den gefährlichen Querschnitt und ein zweites an das freie Stabende hinter den Spannbacken gedrückt. Solange die Temperatur an beiden Stellen gleich war, gab das Galvanometer keinen Ausschlag. Damit ließen sich Temperaturunterschiede von 0,003° C schätzungsweise ablesen. Die Drehzahl betrug 1000 Uml./min. Nachdem die Probe 30 Sekunden lang mit bekannter Ausbiegung bewegt worden war, wurde der Ausschlag des Galvanometers abgelesen. In Zahlentafel 2 sind unter „Erwärmungsgrenze" die Spannungen angegeben, bei denen die Erwärmungslinie den erwähnten Knick hat.

Erwärmungsgrenze und Dauerfestigkeit stimmen recht befriedigend überein. Besondere Beachtung verdient die Erwärmungslinie für das Weicheisen, weil seine Dauerfestigkeit größer als die Streckgrenze ist. Sie hat zwei deutliche Knicke, den einen bei 14 kg/mm², was ungefähr der Streckgrenze gleichkommt, und den anderen bei der Dauerfestigkeit. Hiernach ist anzunehmen, daß Erwärmungsgrenze und Dauerfestigkeit ihre Ausprägung der gleichen Ursache verdanken, also in engem Zusammenhang stehen. Da beide auf sehr verschiedenen Wegen ermittelt worden sind, so ist die Übereinstimmung zugleich ein weiterer Beweis dafür, daß die Zahlen für die Dauerfestigkeit nicht mit vielen Zufälligkeiten behaftet, insbesondere nicht erheblich durch Materialfehler beeinflußt sind, und daß demgemäß die Regel, die sie zusammenfaßt, eine zuverlässige Grundlage hat.

Wenn, wie es scheint, das Verfahren zur Ermittlung der Erwärmungsgrenze praktisch brauchbar ist und die zeitraubenden Dauerversuche auch nur zum größeren Teil ersetzen kann, so ist es ein wertvolles Hilfsmittel zur weiteren Erforschung unserer technischen Baustoffe. Ob freilich der Weg über die Erwärmungsgrenze nicht zu große Schwierigkeiten bietet, wenn man die Dauerfestigkeit hoch erwärmter Proben von 200° C und mehr ermitteln will, ist fraglich, und diese Aufgabe ist wichtig und dringend. Auch bei weiterer Erforschung der Widerstandsfähigkeit von Körperformen, deren Spannungen noch nicht berechnet werden können, spielt diese Frage eine Rolle.

Dauerbiegeversuche mit rechteckigen Stäben.

Die Proben wurden nur in ihrem mittleren, ganz kurzen Teil hin und her gebogen. Dieser war beiderseits bogenförmig begrenzt, hatte in der Mitte die für die Berechnung der Spannung maßgebende geringste Breite von 23 mm und 6,5 mm Höhe, entsprechend $b = 3{,}6\,h$. Die Versuche erstreckten sich auf nicht ganz die Hälfte der in Zahlentafel 2 aufgeführten Stähle und ergaben für die Dauerfestigkeit ausnahmslos kleinere Werte, als die Versuche in Zahlentafel 2. Der Minderbetrag liegt zwischen 6 und 25 vH, im Mittel 16 vH. Welche Teile davon auf den Unterschied in den Querschnittformen und auf Nebenwirkungen der besonderen Probeform und der Art ihrer Befestigung entfallen, ist fraglich. Ich führe diese Versuche nur kurz an, um sie den Versuchen von Lasche mit Stäben von rechteckigem Querschnitt gegenüberstellen zu können.

Dauerbiegeversuche von Martens.

Die Lehren aus den Versuchen von Moore und Kommers ermöglichen, die umfangreichen Dauerbiegeversuche im Materialprüfungsamt zu Berlin-Großlichterfelde aus den Jahren 1892 bis 1912[1]) nachträglich in Hinsicht auf die Dauerfestigkeit auszuwerten. Sie erstreckten sich auf 41 Blöcke mit C-Gehalt zwischen 0,03 und 0,87 vH. Die Zugfestigkeit reichte von 39 bis 87,7, die Streckgrenze von 17 bis 51 und der Mittelwert aus Festigkeit und Streckgrenze von 28 bis 67,5 kg/mm²; dementsprechend betrug $0{,}57 \times \frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z)$ zwischen 16 und 38,5. Um die Dauerfestigkeit für verschiedene Stähle zu erforschen, hätte sich demnach die Untersuchung auf sehr verschiedene Spannungen erstrecken müssen; bei den weicheren Stählen hätte die kleinste Spannung 15 und bei den härteren Stählen hätte die größte Spannung mindestens 50 kg/mm² betragen müssen. In Wirklichkeit hat für die lange Reihe verschiedener Stähle die Belastung stets einer Biegungsspannung von 30 kg/mm² entsprochen. Von jedem Block wurden zwei Proben, eine im geglühten, die andere im Anlieferzustand, dem Dauerversuch unterzogen. Da aber einzelne Stäbe zu Vorversuchen verbraucht wurden, liegen nur die Ergebnisse von 76 Proben vor. Für mehr als die Hälfte dieser Proben ist die Streckgrenze niedriger als die Dauerversuchsspannung von 30 kg/mm². Es mußte damit gerechnet werden, daß diese Stäbe nach einer verhältnismäßig kleinen Zahl von Umläufen brechen würden. Das traf auch zu, denn keine dieser Proben hat es auf 1 Million Umläufe gebracht. Von den übrigen Proben, deren Streckgrenze größer als 30 kg/mm² war, haben 22 mehr als 1 Million Umläufe ausgehalten und 9 davon auch noch mehr als 10 Millionen. Von diesen sind drei nach 15,1, 16,8 und 19,6 Millionen Umläufen gebrochen. Bei den 6 Proben, die nicht brachen, ist die Prüfung nach 14,3 bis 38 Millionen Umläufen abgebrochen worden.

Für die amerikanischen Versuche hat sich für die Dauerfestigkeit $\frac{a}{2}(\sigma_S + \sigma_Z)$ und $a = 0{,}57$ ergeben. Auf die Spannung der Martensschen Proben angewendet, würde das besagen: Bei der Prüfspannung 30 ist kein Bruch mehr zu erwarten, sobald $\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z) \geqq \frac{30}{0{,}57} = 52{,}5$ ist. In Wirklichkeit sind alle Proben gebrochen, für welche $\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z) \leqq 48$ ist. Das Verhalten aller Proben, für welche dieser Ausdruck 49 und mehr beträgt, geht aus den nachstehenden Zahlenreihen hervor.

Nr.	26	7	8	35	25	10	9	24	28	9	10	33	34	27	11	1	8	7	2	36
$\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z) =$	**67,5**[2])	**64**	**58**	56	56	54	**53,5**	**53**	53	52	52	52	51	50	**49**	49	49	49	49	49
Gesamtumlaufzahl in Millionen	37,9	16,6	16,5	1,6	0,2	4,6	16,1	38,3	0,4	9,3	9,2	3,1	16,8	0,2	14,3	0,8	0,7	7,8	4,6	1,1

Brüche traten hiernach nur bei $\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z) \leqq 56$ auf. Wird 57 als Grenzwert angenommen, so ergibt sich $a = 30 : 57 = 0{,}53$. Für die 3 Proben, die nicht brachen, obwohl für sie $\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z) < 56$ ist, ist $a = 0{,}56$, 0,57 und 0,61.

Auch diese Versuchsergebnisse ordnen sich der Regel ein, wonach die Dauerfestigkeit dem Mittelwert aus Streckgrenze und Festigkeit proportional ist. Die Verhältniszahl a unterscheidet sich nicht erheblich von der aus den amerikanischen Versuch abgeleiteten, im Grenzfall nur um 7 vH. Aber auch dieser Unt-schied erscheint hinfällig und die Übereinstimmung vollkomm wenn man der Ursache des Bruches bei den Proben Nr. 35, und 28 nachgeht. Auffallend ist, daß insbesondere Nr. 25 und sowie auch 27 nur verhältnismäßig sehr wenig Umläufe a gehalten haben, und es liegt nahe, den Grund für diese Minde wertigkeit in Saigerungen zu suchen, denn Martens gibt an, d unglücklicherweise bei dem geprüften Material Saigerungen z Wirkung gekommen seien, und daß der Anbruch in der Reg von einer Fehlstelle in der Oberflächenschicht ausgegangen s Während nun von den 6 ganz gebliebenen Proben 5 als saigerung frei bezeichnet sind, war die Gefügebeschaffenheit der Proben 25, 28 und 27 nach dem metallographischen Befund nicht einwan frei. Werden hiernach diese Proben nicht als ganz vollwert betrachtet, so gelangt man dazu, die Grenze zwischen gebrochen und nicht gebrochenen Proben bei $\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z) = 53$ anzunehme wodurch dann $a = 0{,}57$ mit den amerikanischen Versuchen v übereinstimmt.

Aber auch ohne Berücksichtigung der Saigerungen ist d Streuung der Dauerfestigkeit gering, wenn berücksichtigt wir daß von jedem Baustoff nur eine einzige Probe untersucht worde ist, während bei den amerikanischen Versuchen die Dauerfestigke für jeden einzelnen Stahl einem Schaubild entnommen wurd das auf den Ergebnissen von 10 bis 20 Proben aufgebaut is Die Martensschen Versuche eignen sich daher nicht zur Ableitun einer praktischen Regel für die Dauerfestigkeit und konnten übe haupt erst ausgewertet werden, nachdem eine solche Regel ge funden war. Immerhin ist auch meine Ausbeute für eine Fo schungsarbeit, die sich über einen Zeitraum von 20 Jahren e streckte, noch recht gering.

Die Probestäbe von Martens waren dicker als die ameri kanischen. Ihr mittlerer Teil war genau nach der normalen Ze reißprobe ein Zylinder von 20 mm Dmr. und 220 mm Läng An ihn schlossen sich zu beiden Seiten kegelige Übergänge z den 35 mm dicken Lagerhälsen. Die Drehzahl betrug nu 60 Uml./min.

Dauerbiegeversuche von Wöhler.

Ich habe an Hand der Regel für die Dauerfestigkeit auc die Wöhlerschen Versuchsergebnisse zu einem Vergleich mit de amerikanischen herangezogen. Dabei mußte ich die Streckgrenz schätzen, die Wöhler nicht ermittelt hat, und habe sie in alle Fällen mit $0{,}5\,\sigma_Z$ eingeführt und entsprechend $\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z) = 0{,}75\,\sigma_Z$ gesetzt. Da vergütete Stähle nicht in Betracht kommen, kann dies Willkür keinen großen Einfluß auf die Verhältniszahl a haben Die Dauerfestigkeit hat Wöhler, der mit seinen Versuchen Neu land erschloß, mit weiser Vorsicht niedrig geschätzt. Gestütz auf die Lehren der amerikanischen Versuche, komme ich für de Zweck des Vergleiches zu den nachstehend angegebenen Werte für die Dauerfestigkeit.

		Schweißeisen	Flußeisen			
Zugfestigkeit	kg/mm²	33	42,5	43,2	59	65
$\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z) = 0{,}75\,\sigma_Z$	„	25	32	32,5	44	49
Dauerfestigkeit . . .	„	12,5	16	17,6	22	22
a	„	0,50	0,50	0,54	0,50	0,45

Anmerkung: Ein Kruppscher Gußstahl von 76 kg/mm² Festigkeit ist unter einer verhältnismäßig geringen Spannung noch nach 45 Millionen Umdrehungen gebrochen. Aus diesem einzelnen, mir nicht einwandfrei scheinenden Versuchsergebnis möchte ich keinen Schluß auf die Dauerfestigkeit ziehen, weshalb ich diesen Stahl nicht eingereiht habe.

Die Zusammenstellung lehrt, daß die Wöhlerschen Versuche der Regel von der Proportionalität zwischen Dauerfestigkeit und dem arithmetischen Mittel aus Streckgrenze und Festigkeit nicht widersprechen. Daß die Verhältniszahl a kleiner ist als nach den Versuchen von Moore und Kommers sowie von Martens, ist wohl begründet, denn die Stäbe waren einerseits in einen dickeren Wellenteil kegelig eingesetzt und am freien Ende belastet, und der gefährliche Querschnitt lag in der Hohlkehle, die den Übergang zwischen dem zylindrischen Stabteil und dem dickeren Kegel bildete; nach früherem ist aber die Dauerfestigkeit kleiner, wenn in der Nähe des Bruchquerschnitts eine Verdickung ist. Auch hinsichtlich der Größe der Dauerfestigkeit, gemessen nach der Verhältniszahl a, die für die amerikanischen Versuche 0,57 und für die Wöhlerschen 0,50 beträgt, stimmen die Ergebnisse befriedigend überein.

Dauerbiegeversuche von Lasche.

Über Dauerversuche mit Stäben vom rechteckigen Querschnitt $b = 15$ mm, $h = 5$ mm, entsprechend $b = 3\,h$, finden sich Angaben in dem Buch von O. Lasche: Konstruktion und Material

[1]) Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt 1914 S. 51.
[2]) Die fett gedruckten Zahlen gelten für die nicht gebrochenen Proben.

Bau von Dampfturbinen und Turbo-Dynamos[1]). Die Dauer-
stigkeit σ_D ist darin nicht unmittelbar angegeben. Ich habe sie
n Abb. 49 bis 52 dieses Buches entnommen und dabei die Er-
ırung von Moore und Kommers berücksichtigt, daß Spannungen,
e größer als die Dauerfestigkeit sind, nach weniger als 10 Mil-
nen Umläufen zum Bruch führen. Die Zahlen für die 5 Stähle,
ter denen sich zwei Stähle mit 5 vH und einer mit 25 vH Nickel
finden, sind nachstehend neben den Werten für Zugfestigkeit
d Streckgrenze nach Abb. 53 des Buches zusammengestellt.

	σ_S	σ_Z	$^1/_2(\sigma_S+\sigma_Z)$	σ_D	α
. 5 vH Ni-Stahl	47,4	54,7	51	19	0,37
[. 5 „ „ „	44,5	58,0	51,3	20	0,39
[. SM-Stahl . . .	54	80	67	23,8	0,36
„ „ . . .	41,2	60	50,6	19	0,38
. 25 vH Ni-Stahl	34,6	70,5	52,6	20	0,38

Aus den Angaben über die Verhältniszahl α geht hervor, daß
enfalls Proportionalität zwischen Dauerfestigkeit und dem
ithmetischen Mittel aus Streckgrenze und Zugfestigkeit besteht.
ir α hat sich jedoch nur 0,38 ergeben gegen 0,57 für die Ver-
che von Moore und Kommers und Martens und 0,50 von Wöhler.
cht man nach der Ursache dieses beträchtlichen Unterschiedes,
hat man einmal die verschiedene Form des Querschnitts und
m anderen die verschiedene Versuchsanordnung zu würdigen.
i den amerikanischen Versuchen war für einen rechteckigen
ıerschnitt von $b = 3{,}6\,h$ die Dauerfestigkeit im Mittel nur um
vH kleiner als für den Kreisquerschnitt, wobei noch dahin
cht, ob dieser Unterschied nicht ganz oder teilweise eine andere
sache als die verschiedene Querschnittform hat. Hiernach ist
cht anzunehmen, daß an dem Minderbetrag von 33 vH, der sich
r die Proben von Lasche ergibt, die rechteckige Form des Quer-
hnitts großen Anteil hat. Während sich ferner bei der Dauer-
gemaschine von Martens und der ihr nachgebildeten amerika-
schen Maschine der mittlere Teil des Probestabs, dessen Ver-
lten allein in Betracht kommt, frei biegen kann und sich die
pannungen ungehindert so ausbilden können, wie die Rechnung
raussetzt, ist bei der Anordnung von Lasche der beiderseits ab-
stützte Stab in der Mitte an ein Führungsstück geklemmt, das
rch eine Schubstange senkrecht zur Stabachse hin und her
wegt wird. Der gefährliche Querschnitt liegt gerade da, wo
r Stab gefaßt ist. Ich glaube, daß diese Verbindung wie ein
ınd wirkt, und möchte mich, um ihren Einfluß zu bewerten,
f Erfahrungen von Wöhler beziehen. Von den mit einem ver-
kten Ende kegelig in eine Bohrung der Welle eingesetzten
obestäben sind bei den Wöhlerschen Versuchen mehrere durch
n Kegel innerhalb der Sitzfläche gebrochen, anstatt, wie vor-
sehen, vor dem Befestigungskegel am Ende des zylindrischen
ils. Die für den Bruchquerschnitt nach der einfachen Biegungs-
rmel berechnete Spannung war dabei einmal um 35 vH, ein
dermal um 28 vH kleiner, als die größte Spannung vor dem
gel, und diese hatte dabei die Dauerfestigkeit noch nicht
reicht.

Ein weiteres Beispiel bietet die Normalprobe der vorliegen-
n amerikanischen Versuche. Die Durchmesser der Normalprobe
r den Querschnitt in Stabmitte und in den benachbarten Kugel-
gern stehen im Verhältnis von 3 : 4, und diese Verjüngung gegen
e Mitte hin war erforderlich, um zu verhüten, daß die Proben
nerhalb eines Kugellagers brachen; aber doch trat zuweilen
r Bruch im Lagerhals auf. Die Widerstandsmomente beider
ıerschnitte verhalten sich wie 27 : 64 und die Biegungsspan-
ıngen wie 64 : 27 = 100 : 42. Ich vermute, daß sich der Bruch
nerhalb des Lagers nur bei solchen Versuchen einstellte, bei
nen die Spannung in Stabmitte beträchtlich über der Dauer-
stigkeit liegt. Immerhin kann der Einfluß des verspannten
ugellagerringes so groß sein, daß er von dem einer scharfen
ndrehung nur wenig verschieden ist.

Diese Erfahrungen dürften meine Annahme, daß die Wider-
ındsfähigkeit der Proben bei den Versuchen von Lasche durch
e Klemmverbindung vermindert wurde, stützen. Die Versuche
ürden noch an Wert gewinnen, wenn es gelänge, diesen Neben-
nfluß zahlenmäßig festzustellen. Nachdem der Fall der störungs-
eien Biegung für Eisen und Stahl vom Konstrukteur erfaßt
erden kann, ist es bsonders wichtig, auch zuverlässige Unterlagen
r Fälle nach Art der zuletzt behandelten zu erlangen, denn sie
ommen viel häufiger vor als der Fall der ungehinderten Biegung.
ehört zu ihnen doch die gebräuchlichste Verbindung zwischen
r Welle und den darauf sitzenden Maschinenteilen, die Span-
ıngsverbindung unter Verwendung von Naben.

Natürliche Elastizitätsgrenze und Dauerfestigkeit.

Seit Bauschinger hat man im Anschluß an Dauerversuche
ımer wieder Betrachtungen zur Frage der sogenannten natür-
chen Elastizitätsgrenze angestellt. Von ihr wird angenommen,
e entspreche einem Beharrungszustand des Stoffes, der sich nach
fters wiederholter wechselseitiger Beanspruchung innerhalb ge-
isser Spannungsgrenzen einstellt, und sei der Dauerfestigkeit
gleich. Auch Moore und Kommers haben diese Frage aufgenom-
men, aber nicht bejaht oder sonstwie klar entschieden, und doch
ist die Antwort in ihrem eigenen Bericht enthalten. Sie tritt in
Abb. 2 offen vor Augen. Die Erwärmungsgrenze ist nämlich zu-
gleich diese natürliche Elastizitätsgrenze. Durch den Nachweis
ihres Vorhandenseins und ihrer Übereinstimmung mit der Dauer-
festigkeit wird aber die Regel, wonach die Dauerfestigkeit dem
arithmetischen Mittel aus Streckgrenze und Festigkeit proportional
ist, in neue Beleuchtung gerückt. Wie es eine natürliche Elastizi-
tätsgrenze gibt, so besteht auch eine natürliche Streckgrenze und
eine natürliche Bruchfestigkeit, die alle einem und demselben Zu-
stand der Probe entsprechen und in diesem Sinne zusammengehören.
Martens hat im Rahmen seiner Dauerbiegeversuche auch Versuche
über die Änderung von Streckgrenze und Festigkeit durchgeführt.
Sie zeigen, daß bei Spannungen, die der Dauerfestigkeit gleich-
oder nahekommen, die Zugfestigkeit durch die wechselseitige
Dauerbeanspruchung nicht geändert wird. Für die Streckgrenze
ist das Bild weniger rein, zeigt aber auch, daß sie durch Span-
nungswechsel unterhalb der Dauerfestigkeit entweder überhaupt
nicht oder doch nur unerheblich beeinflußt wird. Festigkeit und
Streckgrenze sind also im Wechsel der Spannungen stabil, sie sind
ursprüngliche und auch schon die natürlichen Eigenschaften des
Stoffes. Die natürliche Elastizitätsgrenze bildet sich beim Deh-
nungswechsel erst aus und entpuppt sich weiterhin als Dauer-
festigkeit und damit zugleich als eine Bruchfestigkeit. Daß zwi-
schen diesen drei natürlichen Spannungen eine Abhängigkeit be-
steht, ist nicht befremdlich. Unter diesen Gesichtspunkten be-
trachtet, rückt die Regel für die Dauerfestigkeit unserem Ver-
ständnis näher, und man wird eher geneigt sein, darin den Aus-
druck eines natürlichen Verhältnisses, also eine Gesetzmäßigkeit,
zu erblicken.

Bei solcher Auffassung darf die einzige scheinbare Ab-
weichung von der Regel, das Weicheisen Nr. 9 (Zahlentafel 2),
nicht stillschweigend übergangen werden. Für dieses Eisen,
dessen Streckgrenze 13,4 und dessen Festigkeit 29,8 kg/mm² beträgt,
ergibt die Regel die Dauerfestigkeit 12,3, der Dauerversuch da-
gegen den weit über der Streckgrenze gelegenen Betrag 18,3 kg/mm²
für die Dauerfestigkeit, und die Erwärmungslinie weist für diese
Spannung einen Knick auf, die deshalb als Erwärmungsgrenze
gilt. Die Erwärmungslinie hat aber noch einen zweiten Knick,
Abb. 2, bei einer Spannung, die ungefähr der Streckgrenze ent-
spricht. Die Deutung liegt nahe, daß das Weicheisen noch eine
zweite, niedrigere Dauerfestigkeit hat, die sich aber erst bei Ver-
suchen mit sehr viel mehr als 100 Millionen Umdrehungen daran
zeigt, daß auch bei Spannungen zwischen 13,4 und 18,3 kg/mm²
noch Brüche auftreten. Mit dieser Auffassung des Knicks als
einer zweiten Erwärmungsgrenze, die ebenfalls einer Dauerfestig-
keit entspricht, ist die Übereinstimmung mit der Regel hergestellt.

Dauerfestigkeit, Berechnungsfestigkeit und zulässige Beanspruchung.

Die Frage, ob die nach der einfachen Biegungsformel berech-
nete Dauerfestigkeit auch dann richtig ist, wenn die ursprüng-
lichen Elastizitätsgrenzen für Zug und Druck überschritten wer-
den, ist nunmehr leicht zu beantworten. Nach Obigem ist die
ursprüngliche Elastizitätsgrenze überhaupt nicht maßgebend, son-
dern lediglich die natürliche Elastizitätsgrenze, und sie stimmt mit
der Dauerfestigkeit überein. Nun ist zwar nicht sicher, daß beim
Wechselspiel der Spannungen zwischen den natürlichen Elastizi-
tätsgrenzen für Zug und Druck keine bleibenden Formänderungen
auftreten, denn die Erwärmungslinie zeigt schon für kleinere Span-
nungen Erwärmung an. Andererseits ist aber nicht ausgeschlossen,
daß diese winzigen Temperaturunterschiede auf störenden Ein-
flüssen beruhen, und man darf diese Erwärmungslinien nicht ohne
weiteres auf Proben beziehen, die 100 Millionen Umläufe gemacht
haben; denn sie sind aus Versuchen abgeleitet, bei denen die Stäbe
nur einer kleinen Anzahl von Belastungswechseln ausgesetzt wor-
den sind. Soviel dürfte feststehen, daß die bleibenden Dehnungen
innerhalb der natürlichen Elastizitätsgrenzen klein genug sind,
um keinen Einfluß auf das Rechnungsergebnis auszuüben. Die
Angaben für die Dauerfestigkeit und Erwärmungsgrenze sind da-
her richtig. Bei Bemessung der zulässigen Beanspruchung kann
man von ihnen oder von der sie zusammenfassenden Regel für die
Dauerfestigkeit ausgehen, in der nur Streckgrenze und Zugfestig-
keit vorkommen. Man braucht aber die Werte nicht einzeln zu
kennen, da nur das arithmetische Mittel aus beiden maßgebend
ist. Ich nenne diese Größe — $\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z)$ — „Berechnungsfestig-
keit". Mit der Berechnungsfestigkeit ist auch die Dauerfestigkeit
bekannt, zunächst freilich nur für den einfachen Fall der störungs-
freien Biegung nach den amerikanischen Versuchen.

Über die Berechnungsfestigkeit kann Unsicherheit bestehen,
wenn sich beim Zugversuch keine Streckgrenze ausprägt. Auf
solche Fälle beziehen sich die Anmerkungen 1 und 2 zu Zahlen-
tafel 2. Sie zeigen den Weg zu ihrer Behandlung. Als weiteres
Beispiel nehme ich einen Stahl von größter Härte. Seine Druck-
festigkeit ist 480, seine Zugfestigkeit 240 kg/mm². Diese Werte
und auch die folgenden Angaben beruhen auf Versuchen, über die
meine Abhandlung „Prüfverfahren für gehärteten Stahl" in dieser
Zeitschrift[2]) Aufschluß gibt. Der Stahl ist der nach seiner haupt-

[1]) Berlin, Julius Springer, 1921 S. 30 u. f.

[2]) Bd. 51, 1907, S. 1445.

sächlichsten Verwendung als Kugellagerstahl bezeichnete Chromstahl. Bei der Prüfung dieses Stahls auf Druck und Biegung trat ein Dehnungsrest schon bei 100 kg Spannung auf. Er nahm aber weiterhin so zögernd zu, daß die bleibende Dehnung erst den zehnten Teil der elastischen betrug, als die Spannung die der Zugfestigkeit gleiche Höhe von 240 kg erreicht hatte. Ich wähle deshalb als Ersatz für σ_S die Zugfestigkeit σ_Z. Daß kein kleinerer Wert in Frage kommen kann, lehrt auch der Chromnickelstahl Behandlung A; für ihn hat sich nach Zahlentafel 2 noch eine Streckgrenze ausgeprägt, die aber nur um 7 vH kleiner als die Zugfestigkeit ist. Mit $\sigma_S = \sigma_Z$ wird die Berechnungsfestigkeit 240 und die Dauerfestigkeit $0{,}57 \cdot 240 = 137$ kg/mm². Das ist die größte mit Stahl überhaupt erreichbare Dauerfestigkeit. Das Beispiel erlangt aber erst dadurch Bedeutung, daß die Erfahrungen mit Kugellagern und meine Abhandlungen „Kugellager für beliebige Belastungen“ in dieser Zeitschrift[1]) und „Prüfverfahren für gehärteten Stahl“ die Mittel bieten, die Dauerfestigkeit einigermaßen nachzuprüfen. Wenn eine gehärtete Stahlkugel gegen eine ebene Scheibe von gleichem Stoff gedrückt wird, so treten am Rand der kreisförmigen Berührungsfläche Zugspannungen und in ihrer Mitte eine Druckspannung auf. Beide sind Grenzwerte und zwischen ihnen wechselt die Spannung, wenn die Kugel rollt. Die erwähnten Abhandlungen ermöglichen, deren Verhältnis zu bestimmen, und es ergibt sich, daß die Zugspannung ungefähr halb so groß wie die Druckspannung ist. Für die zulässige Dauerbeanspruchung ist nun die größte Druckspannung 200 und dementsprechend die größte Zugspannung 100 kg/mm². Da die zulässige Beanspruchung in diesem Fall keineswegs der Dauerfestigkeit gleich, sondern beträchtlich kleiner ist, so ist nicht anzunehmen, daß die Dauerfestigkeit mit 137 zu hoch angesetzt, also σ_S geringer als σ_Z zu wählen gewesen wäre.

Unsicherheit über die Berechnungsfestigkeit bei fehlender Streckgrenze kann hiernach kaum bestehen, wenn ein Schaubild über den Verlauf des Zugversuchs vorliegt. Wer das Verhalten der wichtigeren Baustoffe beim Zugversuch kennt, kommt auch ohne dieses zum Ziel.

Die zulässige Beanspruchung.

Für die amerikanischen Versuchsergebnisse ist das Verhältnis von Dauerfestigkeit zu Berechnungsfestigkeit 0,57. Auf diese Zahl beziehen sich die nachstehend angegebenen Abzüge für besondere Einflüsse.

S a i g e r u n g e n. In den amerikanischen Versuchsergebnissen kommt eine Gesetzmäßigkeit zum Ausdruck (besonders auch in der Übereinstimmung von Dauerfestigkeit und Erwärmungsgrenze), und die Abweichungen sind geringfügig. Daraus und aus dem Vergleich mit den Versuchen von Martens kann man schließen, daß die amerikanischen Ergebnisse durch Saigerungen nicht erheblich beeinflußt worden sind. Ich lasse deshalb die Zahl 0,57 nur für saigerungsfreien Stahl gelten. Bei den Versuchen von Martens haben sich Saigerungen bemerklich gemacht. In einem Fall hat ihr Einfluß immerhin 6 vH betragen. Die Zahl der in Betracht kommenden Proben ist aber für die Beurteilung zu gering. Ich schlage vor, für Saigerungen und andre normale Unvollkommenheiten des Stahles 15 vH, in besonderen Fällen auch mehr abzuziehen.

S p a n n u n g s s c h w e l l e. Das Vorbild für die Spannungsschwelle liefert der Stab mit scharfer Eindrehung bei Einwirkung eines Biegungsmoments. Wesentlich sind die durch die Eindrehung entstandenen Schultern zu beiden Seiten der Kehle. Sie hemmen mehr oder minder schroff das Wechselspiel der Dehnungen und verursachen so einen kritischen Spannungszustand, eine Spannungsschwelle. Die Spannungssteigerung an diesen Stellen kommt bei den amerikanischen Versuchen in einer Verminderung der Widerstandsfähigkeit der Probe auf die Hälfte zum Ausdruck. Für die keilförmige Eindrehung hat die Abnahme sogar 60 vH erreicht. Weitere Beispiele zeigen die Wirkung der Schulter durch Konstruktionsteile, die mit Spannung auf dem der wechselnden Dauerbeanspruchung ausgesetzten Teil sitzen (die Spannungsverbindungen unter Verwendung von Naben). Es geht daraus hervor, wie häufig Spannungsschwellen zu berücksichtigen sind. Da derzeit noch wenig Erfahrungen vorliegen, ist man zumeist auf Schätzung angewiesen, und die Gefahr besteht, daß ihr Einfluß unterschätzt wird. Er wird bei solchen Verbindungen selten mit weniger als 30 vH, häufig aber ebenso groß wie der einer scharfen Eindrehung, also mit 50 vH, in Rechnung zu stellen sein.

Auch diese Einflüsse sind von der Zähigkeit des Materials (Bruchdehnung, Einschnürung, Kerbzähigkeit) unabhängig. D i e G r e n z e d e r D a u e r w i d e r s t a n d s f ä h i g k e i t i s t d i e n a t ü r l i c h e E l a s t i z i t ä t s g r e n z e. B i s z u i h r h i n i s t d i e Z ä h i g k e i t o h n e E i n f l u ß. D e r e n G e b i e t l i e g t j e n s e i t s. E r s t n a c h Ü b e r s c h r e i t e n d e r D a u e r f e s t i g k e i t k a n n s i c h d i e Z ä h i g k e i t a u s w i r k e n, u n d u m s o m e h r, j e w e i t e r m a n s i c h v o n d e r n a t ü r l i c h e n E l a s t i z i t ä t s g r e n z e e n t f e r n t, j e g r ö ß e r e n A n t e i l d i e p l a s t i s c h e n V e r s c h i e b u n g e n a m W e c h s e l s p i e l d e r D e h n u n g h a b e n. Von dieser Erkenntnis hat sich nicht nur der Konstrukteur, sondern auch der Materialerzeuger leiten zu lassen. Auch in dieser Hinsicht ist das Kugellager lehrreich. Von allen Maschinenteilen kommt ihm der Höchstwert der Beanspruchung zu und es besteht aus dem sprödesten Stahl. Das Verständnis hierfür erschließt eben die hier entwickelte Lehre von der Dauerfestigkeit.

Moore und Kommers haben auch Versuche über die D a u e r f e s t i g k e i t b e i w e c h s e l n d e r D r e h u n g angestellt und gefunden, daß sie im Mittel das 0,52fache der Dauerfestigkeit bei wechselnder Biegung ist. Sie beträgt also das $0{,}52 \times 0{,}57$ = 0,30fache der Berechnungsfestigkeit $\frac{1}{2}(\sigma_S + \sigma_Z)$. Das Ergebnis ist besonders wichtig, weil es mit der Grundlage unserer Festigkeitsrechnung nicht im Einklang steht. Nach der Elastizitätslehre ist für isotrope Körper die Schubspannung das 0,75 bis 0,80fache der Zugspannung, und danach hat man als zulässige Drehungsbeanspruchung k_d das 0,75 bis 0,80fache der zulässigen Zugbeanspruchung angenommen. Da kein Grund besteht, die Richtigkeit des Ergebnisses dieser amerikanischen Drehungsversuche mit Eisen und Stahl zu bezweifeln, so hat man daraus zu folgern, daß auch die zulässige Beanspruchung für Drehung das 0,52fache der zulässigen Zugbeanspruchung zu betragen hat. [1762]

[1]) Bd. 45, 1901, S. 73 ff.

Entwicklung der Großkraftwerke in Nordamerika.

Nach einer Zusammenstellung in „Electrical World“ vom 7. April 1923 gab es im Jahre 1922 in den Vereinigten Staaten und Kanada 8 Großkraftanlagen mit einer Stromabgabe von mehr als 1 Milliarde kWh und 92 Elektrizitätswerke für Licht- und Kraftversorgung sowie 10 Bahnkraftwerke mit einer solchen von mehr als 100 Millionen kWh; die gesamte Stromabgabe dieser Werke betrug 41 Milliarden kWh, wovon 5,5 auf Kanada entfielen. Nachstehend seien die Angaben über die Stromabgabe und Spitzenleistung der 8 größten Anlagen (darunter 5 Wasserkraftanlagen) wiedergegeben:

Unternehmung	Stromabgabe Milliarden kWh	Spitzenleistung in 1000 kW
Niagara Falls Power Co.	2,5	328
Hydroelectric Power Commission Ontario, Kanada	2,4	460
Commonwealth Edison Co., Chicago	2,25	600
New York Edison Co.	1,66	498
Pacific Gas and Electric Co., Kalifornien	1,60	293
Shawinigan Water Power Co., Kanada	1,38	250
Southern Californian Edison Co.	1,2	239
Detroit Edison Co.	1,1	254

Bemerkt sei noch, daß nach einer andern Aufstellung in der gleichen Zeitschrift die gesamte Stromabgabe aller öffentlichen Elektrizitätswerke der Vereinigten Staaten im Jahre 1920 rd. 50 Milliarden kWh betrug[1]), wovon rd. 70 vH auf Großkraftanlagen entfielen; der Gesamtverbrauch industrieller Betriebe betrug 1920 rd. 33 Milliarden kWh. [M 431] Rb.

Neuerungen im Gleichrichterbau.

Auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1923 hat die AEG einen ölgekühlten Sechsphasen-Gleichrichter mit Glasgefäß ausgestellt, der sich in seinem Aussehen von einem Transformator kaum unterscheidet, da das Glasgefäß in einem mit Wellblechwand ausgeführten Ölkasten untergebracht ist. Der Gleichrichter stellt insofern einen weiteren Fortschritt dar, als es gelungen ist, die Stromstärke mittels Ölkühlung auf 500 A heraufzusetzen, wobei ein Glasgefäß gleicher Art benutzt wird wie für den luftgekühlten Gleichrichter von 150 A. Eine weitere Erhöhung der Leistung wird durch Verbesserung des Kühlverfahrens angestrebt.

Bei den Metallgleichrichtern, die für höhere Stromstärken verwendet werden müssen, bereitet die Frage der Dichtung und Kühlung noch immer die meisten Schwierigkeiten. Die Siemens-Schuckert Werke haben die Sicherheit gegen Durchlässigkeit bei der Gummidichtung dadurch erhöht, daß die nach dem Vakuumraum gerichteten Flächen des Gummis so klein wie möglich gehalten und außerdem noch durch einen Metallring geschützt werden. Außerdem wird zur Erhaltung der Luftleere neben der Umlaufpumpe noch eine Quecksilberdampfpumpe verwendet[2]. Der Hilfserregerstromkreis, an den auch der Heizwiderstand der Dampfpumpe angeschlossen ist, verbraucht einschließlich Transformator 1 kW, die umlaufende Luftpumpe 400 W bei $\cos \varphi = 0{,}45$. Die höchste Spannung, für die die Siemens-Schuckert Werke gegenwärtig Metallgleichrichter bauen, beträgt 1200 V, die höchste Stromstärke 1000 A (ETZ 5. April 1923). [M 403] Sd.

[1]) gegen rd. 7 Milliarden kWh in Deutschland.
[2]) Z. 1923 S. 88

Die wirtschaftliche Wiederverwertung von Altpapier.

Von *Ing. Fritz Hoyer*, Cöthen.

Bedeutung des Altpapiers — Sammeln und Sortieren — Stäuben — Schneiden — Auflösung — Roller — Gang — Zerfaserer — Magneten — Einweichtrommel — Kollerstoffsortierer.

Bedeutung des Altpapiers.

Die Verarbeitung des Altpapiers hat besonders im Kriege bedeutend zugenommen; während sie vorher in der Hauptsache nur in Packpapier- und Pappenfabriken erfolgte, haben sich im Kriege unter dem Zwange des Rohstoffiangels auch andere Papierfabriken dazu entschließen müssen, .ltpapier zu verarbeiten. Die meisten dieser Betriebe waren auf ie großen zu verarbeitenden Mengen von Altpapier nicht eingerichtet, sie besaßen wohl ausreichend leistungsfähige Maschinen, m die in der Fabrik unter normalen Verhältnissen anfallenden lengen an Maschinenausschuß, Abschnitten, Sortierausschuß sw. wieder zu verarbeiten, die aber nur einen geringen Hunertteil der gesamten zur Verarbeitung kommenden Stoffmengen usmachen. In diesen Fabriken mußten also neue Einrichtungen eschaffen werden, die diese Mengen bewältigen und zu braucharen Papierstoffen verarbeiten konnten. Die meisten der andern 'abriken, die schon vor dem Kriege ausschließlich oder zum rößten Teile Altpapier verarbeiteten, hatten wohl Maschinen nd Einrichtungen, die diese Mengen glatt bewältigen konnten, ie waren aber nicht dazu geeignet, das Papier auch zu sortieren, u reinigen und gewissermaßen zu veredeln. Man baute wohl olche Maschinen bereits, es wurde aber auf ihre Verwendung iel zu wenig Wert gelegt. Erst der Krieg und vor allen Dingen ie Nachkriegszeit haben hierbei fortschrittlich gewirkt.

Nicht zum geringsten Teile mag diese zunehmende Verwenung geeigneter Reinigungs- und Sortiermaschinen ihren Grund arin haben, daß man heute mehr denn früher auch Papierabälle verwendet, die man früher unter den Kessel geworfen hätte, a sie schmutzig, unrein und mit Fremdkörpern, die zur Papierildung ungeeignet sind, im höchsten Maße vermischt waren. Geade bei diesen Altpapieren macht sich aber eine Reinigung aus abrikatorischen und hygienischen Gründen unbedingt erforderich. Aus fabrikatorischen Gründen wird das nötig, weil diese Abfälle oft bis zu 30 vH und mehr zur Papierbildung ungeeigete Beimischungen enthalten, aus hygienischen Gründen, weil ie mitunter so schmutzig sind, daß man eine Berührung mit ler Hand keinem Arbeiter zumuten kann. Außerdem entwickeln liese Abfälle dann, wenn sie trocken sind, eine solche Menge Staub, daß nicht nur schwere gesundheitliche Schäden für die Arbeiter entstehen können, sondern die Fabrikationsräume und Maschinen auch in ärgstem Maße verschmutzt werden.

Abb. 1. Maschine zum Reinigen von Altpapier.

Z23/887

Sammeln und Sortieren.

Die ganze Altpapiersammlung hat sich heute in ähnlicher Weise entwickelt, wie früher das Sammeln der Lumpen. Aus einer Unzahl kleiner Kanäle (Sammler, die das Altpapier aus len Haushaltungen aufkaufen, Straßensammler, Geschäften, Fabriken usw.) kommt es meist nach einer Altpapiersortieranstalt oder in die Papier- oder Pappenfabrik, wo es nach Sorten, Farben und Wert sortiert und gepackt wird. Heute ist es fast ausschließich üblich geworden, das Altpapier von Sortieranstalten zu kaufen. Man hat dadurch den Vorteil, nur die Sorten zu erhalten, lie man für seinen Zweck am besten brauchen kann, während nan dann, wenn man vom Sammler kauft, alles nehmen muß, was gebracht wird.

Aber auch diese Sortieranstalten reinigen das Papier nicht n allen Fällen so vollkommen, daß es völlig maschinenfertig wäre. Besonders bei alten Kartons, Schachteln, Büchern, Heften, Zeitschriften usw. sind die Heftklammern und Heftfäden nicht entfernt, auch ist das Papier nicht immer so entstaubt, daß es als rein zu gelten hat. Hier macht sich in der Papierfabrik dann stets noch ein Reinigungsprozeß erforderlich, zu dem heute vorteilhaft Maschinen verwendet werden, die billiger arbeiten als Personen.

Man verwendet nun die verschiedensten Maschinen und Vorrichtungen zum Reinigen des Altpapieres. Zum großen Teil sind sie aus der Hadernvorbereitung übernommen, da sie sich hier bewährt haben, und finden meist ohne jegliche Änderung auch in der Altpapierverarbeitung und -vorbereitung Verwendung.

Stäuben, Schneiden.

Die Stäuber, die z. B. viel Verwendung finden, erhalten 4, 6 und 8 Kammern mit gußeisernen Stirnwänden und gußeisernen Verbindungsstücken, Abb. 1. Die Staubkammern werden mit leicht herausnehmbaren Blechplatten abgedeckt. In jeder der Kammern dreht sich eine Welle, die mit Schlägern besetzt ist. Diese Schläger haben den Zweck, einmal das Papier aufzuwerfen, damit sich Staub und Schmutz lockern können, und das andremal es von Kammer zu Kammer zu befördern. Die Schläger drehen sich in nach unten durch zylindrische gelochte Bleche abgedeckten Räumen. Über dem eigentlichen Stäuber sitzt ein Staubsammelraum, der über vier Kammern greift. Dieser Staubsammelraum wird durch einen kräftigen Exhaustor entlüftet. Die übrigen Kammern sind mit glatten, leicht abnehmbaren Blechplatten überdeckt. Zwischen dem Staubsaugeraum und den Dreschkammern sind wagerechte, flach liegende, gelochte Blechplatten angeordnet, durch die hindurch der feine Staub abgesaugt wird. Die gröberen Staub- und Schmutzteile werden in dem unter den zylindrischen Sieben befindlichen Sammelraum aufgefangen. Das Altpapier wird durch ein Transportband zugeführt, das gestäubte Material wird ebenfalls durch ein solches aus dem Apparat herausgeschafft und kann dadurch, daß man das Förderband weiter verlängert, unmittelbar bis zum Kollergang oder den Zerfaserern geführt werden. Der Antrieb der Maschine ist so angeordnet, daß von der Hauptwelle aus sämtliche Schlägerwellen angetrieben werden. Man erzielt auf diese Weise ein sicheres und gleichmäßiges Arbeiten der Schläger; auch der Exhaustor wird von der Schlägerwelle aus angetrieben.

Die Leistung der Maschine ist nicht von der Zahl der Kammern abhängig, sondern nur von der Breite. Die Zahl der Kammern hat nur einen Einfluß auf die Reinheit des gestäubten Altpapieres, denn durch je mehr Kammern es geführt wird, desto gründlicher erfolgt die Reinigung.

Man kann die Anlage auch mit einer Vorrichtung versehen, die alle im Altpapier enthaltenen schweren Fremdkörper, wie Holz, Leder, Eisen usw., ausscheidet. Diese Fremdkörper fallen unmittelbar beim Verlassen der Maschine zu Boden, während die Papierabfälle hinter einer in der Höhenrichtung verstellbaren Wand niederfallen.

Zum Zerschneiden großer Papierstücke bedient man sich vorteilhaft der Kreismesserschneider, die allen andern Schneidern gegenüber den Vorteil des geräuschlosen Ganges haben und mit Scherenschnitt arbeiten. Diese Kreismesserschneider sind für Altpapier allen andern Maschinen vorzuziehen. Das Papier wird auf ein Einführungstuch gegeben und fällt von da zwischen die rotierenden Kreismesser und dann in Streifen geschnitten auf das Ausführtuch. Durch Riemenschaltung kann man nun das Tuch vor- und rückwärts laufen lassen. Im ersteren Falle werden die geschnittenen Papierstücke unmittelbar ausgeführt und weiter geleitet, im zweiten Falle gelangen sie wieder auf das Einführungstuch, so daß sie beliebig oft geschnitten werden können. Das ist besonders von Interesse, wenn man mit Zerfaserern arbeitet (siehe weiter unten), da diese klein geschnittenes Material viel anstandsloser verarbeiten als großstückiges, besonders wenn man nicht die weiter unten erwähnten Einweichtrommeln hat. Vorteilhaft verbindet man diese Schneider mit dem vorerwähnten Stäuber, indem man sein Ausführtuch soweit verlängert, daß das geschnittene Papier dem Stäuber unmittelbar zugeführt wird.

Zum Sortieren des Altpapires nach Farbe, Wert und Sorten verwendet man heute vorteilhaft ebenfalls Maschinen, deren Hauptbestandteil ein in der Schräglage verstellbarer Siebrahmen ist, der mit gelochten Blechen von 1 bis 2 m Breite und 4 bis 10 m Länge belegt wird, Abb. 2 und 3. Darunter befindet sich eine Staubsammelkammer. Dieses Siebblech wird durch zwei auf einer gemeinsamen Welle sitzende Exzenter mittels Schubstangen in schwingende Bewegung versetzt. Durch die schräge Anordnung der das Sieb tragenden Holz- oder Stahlfedern wirkt diese Bewegung zugleich emporschnellend, so daß das Altpapier, das am oberen Ende des Siebes aufgegeben wird, sich in hüpfender

Bewegung über das Sieb nach vorwärts bewegt und dann am tieferen Ende unmittelbar in den Trichter fällt, oder über eine Fördervorrichtung nach den Verbrauchsstellen geleitet wird.

Durch Arbeiterinnen, die zu beiden Seiten des Siebes stehen, können dabei alle Fremdkörper heraussortiert und zugleich die einzelnen Sorten getrennt werden.

Um bei breiten Maschinen das Aufwerfen des Papieres und den Arbeiterinnen das Hineinreichen zu erleichtern, wird das obere Ende des Siebes um 500 mm über dem Erdboden aufgehängt. Bei schmalen Sieben kann diese Aufhängung höher erfolgen, da die Arbeiterinnen sich nicht darüber zu beugen brauchen, die Arbeit wird dadurch auch erleichtert, da das Gebücktstehen wegfällt. Das Altpapier wird in diesem Falle von einer Bühne aus aufgeworfen.

Die Staubkammer ist mit der Saugleitung eines kräftigen Exhaustors verbunden, der den entstehenden Staub absaugt und nach einem Abscheider befördert. Die Federn des Siebes und die Exzenterwellen sind an kräftigen, gußeisernen Ständern gelagert, die untereinander durch Querverbindungen versteift sind.

Der Ventilator hat eine dermaßen kräftige Wirkung, daß der ganze Raum staubfrei bleibt und Belästigungen des Bedienungspersonales wegfallen.

a Siebrahmen
b Staubsammelkammer
c Exzenter
d Schubstangen
e Holz- oder Stahlfedern
f Exhaustor

Abb. 2 und 3. Schüttel-Sortiermaschine mit Staubsaugkammer.

Mahlung. Er läßt also die Faser in ihrem ursprünglich Mahlungsgrad und schont sie im allgemeinen mehr als der K lergang. Im Kollergang wird der Stoff leicht schmierig, w ja mitunter erwünscht ist, während es in andern Fällen e von Schaden sein kann. Der Kraftbedarf für beide Maschin kann im großen und ganzen als gleich hoch angenommen w den. Es sind also für die Wahl zwischen Kollergang und Z faserer andere Gesichtspunkte maßgebend, die vor allen Ding in den betriebstechnischen Verhältnissen liegen, die für die b treffende Fabrik in Frage kommen, und in dem herzustellend Erzeugnis. Wo man schmierige Stoffe braucht und hartgelein Stoffe verarbeitet, wird der Kollergang stets vorzuziehen se in anderen Fällen wird aber der Zerfaserer im Vorteil sein.

Es soll und kann nicht der Zweck dieses Aufsatzes sei eine Theorie des Kollerganges und des Zerfaserers aufzustelle es soll vielmehr die Arbeitsweise der beiden Maschinen erörte werden.

Beim Kollergang hat man in Maschinen ohne und m Schaber und mit hoher und niedriger Schale zu unterscheide In allen Fällen muß Wert darauf gelegt werden, daß der Sto gleichmäßig durchgearbeitet wird, daß er also unterbrochen wi der unter die Steine geschoben wird, um deren Einwirkung au gesetzt zu werden. Bei den Kollergängen mit hoher Schal Abb. 4 und 5, wird die Bewegung des Stoffes durch die For der Schale erreicht, die so konstruiert sein muß, daß das vo den Steinen hochgeschobene Papier durch die Rundung der Scha stets wieder auf die Bahn der Steine fällt und so von dem nac folgenden Stein aufs neue bearbeitet wird. Es besteht ab dabei immer die Gefahr, daß die Durchknetung des Stoffes nic gleichmäßig ausfällt, so daß sich der Stoff festsetzt und ung löste Papierstücke liegen bleiben, und zwar in erster Linie a inneren Umfang der Laufflächen der Steine, mitunter aber auc am äußeren Umfang. Die Form der hohen Schale muß sich al der Kreisform anpassen, die von der äußeren Kreisfläche d Läufersteine beschrieben wird.

Bei weitem mehr werden d Kollergänge mit niedriger Schale un mit Schabern ausgeführt, die in Abb. bis 8 in verschiedenen Ausführunge dargestellt sind. Die Arbeit des Ko

Abb. 4 und 5. Kollergänge mit hoher Schale.

Auflösen.

Bis Ende des vergangenen Jahrhunderts bediente man sich zum Auflösen des Altpapieres noch mitunter der Stampfwerke. Heute ist man aber von diesem Verfahren vollkommen abgekommen. Auch das Auflösen im Holländer ist nicht mehr als zweckdienlich zu bezeichnen und wird nur noch in unbedeutenden kleinen Fabriken angewendet. Es verlangt vor allen Dingen ein vorheriges Kochen des Altpapieres, was aber nicht zu empfehlen ist, da auf diese Weise viel Füllstoffe, Leim usw. verloren gehen. Nicht gekochtes Altpapier kann aber im Holländer nicht genügend aufgelöst werden, es bleiben stets Papierblättchen im Stoff, die die Knotenfänger belasten, oder bei deren Fehlen das Papier oder die Pappe verunreinigen. Die von den Knotenfängern aussortierten Papierblättchen gehen mit dem Abwasser verloren und sind als Verlust anzusehen.

Für moderne Fabriken, die wirtschaftlich arbeiten wollen, können zur Auflösung des Altpapieres nur die Kollergänge oder die Zerfaserer Verwendung finden. Die Meinungen, ob Kollergang oder Zerfaserer vorzuziehen ist, gehen noch weit auseinander. Man kann aber wohl sagen, daß jede der beiden Maschinen, deren Wirkungsweise grundverschieden ist, ihre Vorzüge hat und für bestimmte Zwecke und Papiere besonders geeignet ist.

Behandlung im Koller.

Während im Kollergang durch die eigenartige Wirkung die Faser gewissermaßen gemahlen wird, löst der Zerfaserer das Papier nur auf und isoliert die einzelnen Fasern ohne jede

lerganges besteht in einer Knetwirkung, indem die schwere Steine über die Stoffmasse rollen, und in der Wirkung der ver schiedenen Geschwindigkeiten der einander gegenüber stehende Stellen des Läufersteines und des Bodensteines, die bedingt sin durch das Abrollen des Läufersteinumfanges auf dem Bodenstei angesichts des gleichzeitigen Drehens der Läufersteine um di Königswelle. Um nun das Papier bzw. den Stoff immer wiede der Einwirkung der Steine auszusetzen, müssen die Schabe immer wieder neue Mengen auf die Laufbahn der Läuferstein bringen. Am besten bewährt hat sich dabei der Streichschaber Abb. 7 und 8, der ähnlich wie ein Pflug arbeitet, indem er de aufgehäuften Stoff wendet und schiebt. Diese Schaber sind als von größter Wichtigkeit, da sie jedes Festsitzen des Stoffes ver hindern müssen. Hinter den Läufersteinen bildet sich stets ein festgewalzte Bahn von Kollerstoff. Ist kein Schaber vorhanden so stößt sie der folgende Läuferstein nur unvollkommen los, si wird vielmehr von diesen von neuem festgewalzt. Die Schabe haben also den Zweck, diese Stoffbahn nach jedesmaligem Dar übergehen eines Läufersteines aufzulockern und zu wenden; da durch wirkt auch die richtige Konstruktion der Schaber be schleunigend und begünstigend auf die Zerfaserarbeit. Aus Abb. 8 ist deutlich die richtige Anordnung der Schaber zu er sehen.

Die Arbeit der Kollergänge ist periodisch, da sie mit Papier gefüllt werden und nach erfolgter Auflösung vom Kollerstoff wieder entleert werden müssen. Dadurch entsteht ein durch richtiges Beschicken allerdings abzukürzender Leerlauf der Läufer-

teine auf dem Bodenstein, was wieder eine Abnützung der teine mit sich bringt, indem diese stumpf werden, ihre Schärfe erlieren. Besonders bei Sandsteinen macht sich dieser Umtand bemerkbar, während Lavasteine infolge ihrer kristallinichen Struktur diesem Einfluß nicht so sehr unterliegen, da sie ire natürliche Schärfe, die durch die Porosität des Materiales edingt wird, leichter halten, sich also gewissermaßen dauernd selbst schärfen.

Der Arbeitsverbrauch der Kollergänge ist abhängig von der Schwere der Läufersteine und von der Geschwindigkeit, mit der diese Steine sich um ihre Achse und um die Königswelle drehen, sowie von der Größe der Stoffverschiebungen, die mit der Breite der Steine im allgemeinen wachsen.

Natürlich hat auf diesen Kraftbedarf auch die Konstruktion der ganzen Maschine einen großen Einfluß. Moderne Maschinen werden mit Kugellagerung ausgerüstet, die neben geringstem Kraftbedarf auch niedrigsten Ölverbrauch hat. Die Gußgehäuse, in welche die Kugellager eingebaut werden, sind so gehalten, daß die Stahlkugeln vollkommen in Öl laufen und trotz guter Zugänglichkeit gegen Staubeintritt und Ölaustritt bestens geschützt sind. Die stehende oder Königswelle wird in einem einteiligen Halslager und unten in einem Spurlager gelagert; beide sind als Kugellager ausgeführt. Die Läufersteine sind in Stahlzapfen gelagert, die mittels zweiteiliger Schleppkurbeln mit dem Kreuzkopf verbunden sind, so daß sich die Steine unabhängig von einander heben und senken können. An dem Kreuzkopf befinden sich auch die Schaberhalter.

Die Schaber bestehen aus schmiedeisernem Beistreicher, Abstreicher und Ausstreicher und müssen genügend hoch und in der Höhe verstellbar sein.

Abb. 6 bis 8. Kollergänge mit Schaber.

Die Kollergänge können von oben oder von unten angetrieben werden. Aus Abb. 4 und 7 sind die gebräuchlichsten Antriebsarten ersichtlich. Der Antrieb von oben sollte aber nach Möglichkeit vermieden werden, da er allerlei Nachteile hat. Er ist zunächst wenig zugänglich und kann während des Betriebes nur sehr schwer und unvollkommen überwacht und bedient werden, auch besteht die Gefahr der Verunreinigung des Kollerganginhaltes durch herabtropfendes Öl oder Fett.

Ganz besonders vorteilhaft ist eine Anordnung, die in der Verbindung eines Kollerganges mit einer Stoffbütte und einer Stoffpumpe besteht, die den in der Bütte verdünnten Kollerstoff in den Holländer pumpt und so den Transport vereinfacht. Diese Anordnung ist natürlich nicht überall anwendbar, sondern nur da, wo vollkommen reines Papier verkollert wird, z. B. der Ausschuß der Papiermaschinen. Wo man aber Altpapier mit mehr Verunreinigungen verarbeitet, ist dieses Verfahren nicht zu empfehlen, wenn man das Altpapier nicht vorher durch Sortieren, Stäuben usw. gereinigt hat. Aber selbst dann bleiben immer noch Verunreinigungen und Fremdkörper im Stoff, besonders Heftklammern, die man vorteilhaft durch Kollerstoff-Sortierapparate und -Magnete ausscheiden kann.

Die großen Mengen von Heftklammern, die sich oft noch im Altpapier finden, sind nicht nur von großem Schaden für die Maschinen, sondern machen auch große Schwierigkeiten bei der Verarbeitung des Kollerstoffes. Durch Kollerstoff-Sortierer und Vorsortierung des Altpapiers lassen sie sich nicht vollkommen entfernen. Das beste Mittel zu ihrer Aussortierung aus dem Papierstoff sind Elektromagneten, deren Arbeitsprinzip sehr einfach ist, da sie die Eisen- und Stahlteile leicht anziehen, so daß sie dann von Zeit zu Zeit von den Magneten abgestreift werden können. So einfach das Verfahren an und für sich ist, würde es doch bei der Massenverarbeitung sehr zeitraubend sein, so daß die Magneten keinen großen praktischen Zweck hätten. Es sind deswegen für den praktischen Verbrauch besondere Eisenauslesemaschinen gebaut worden, die vor allen Dingen auch zum Aussuchen des Eisens aus dem Altpapier und dem Kollerstoff dienen. Diese Maschinen bestehen in der Hauptsache aus einer Magnetwalze, die mit Gleichstrom erregt wird. Um das feststehende Magnetfeld, das durch einseitig auf einer Achse sitzende elektrisch erregte Magneten hervorgerufen wird, dreht sich in geringem Abstand ein unmagnetischer geschlossener Mantel, der in kurzen Abständen gezahnte eiserne Längsleisten trägt. Das zu sortierende Material wird in tangentialer Richtung an der Walze vorbeigeführt. Sobald das Altpapier oder der Kollerstoff in das Magnetfeld eintritt, werden etwa darin enthaltene Eisenteile entfernt und von der sich drehenden Walze mitgenommen, bis sie außerhalb des Magnetfeldes von selbst abfallen. Das Altpapier oder der Kollerstoff kommt mit dem Mantel gar nicht in Berührung, sondern fällt ohne weiteres nach unten. [1501] (Schluß folgt.)

Verbrennungsmaschine für feste Brennstoffe.

Bekanntlich hat schon Diesel ursprünglich daran gedacht, seine Maschine mit Kohlenstaub zu betreiben, der in die durch Verdichtung erhitzte Luft eingeblasen werden sollte. Seine Versuche sind gescheitert, weil selbst bei feinster Vermahlung des Kohlenstaubes Verstopfungen der Düsen durch Koksstaub nicht zu vermeiden waren.

Neuerdings hat Dipl.-Ing. A. Schnürle den Gedanken der Verbrennungsmaschine für feste Brennstoffe wieder aufgegriffen. Sein Verfahren besteht darin, daß die im Arbeitszylinder verdichtete Luft in einen druckdichten, mit glühendem Brennstoff gefüllten Ofen gepreßt wird, der an den Zylinder unmittelbar angebaut ist. Diese Luft bewirkt, daß ein Teil des Brennstoffes verbrennt und die Heizgase bei dem darauffolgenden Expansionshub des Kolbens unter erhöhter Arbeitsleistung ins Innere des Zylinders zurückströmen. Der Ofen ist wärmedicht ausgekleidet und wird durch eine besondere Beschickvorrichtung ständig mit frischem Brennstoff versorgt. Die Leistung dieser Fördervorrichtung braucht nur sehr gering zu sein, wenn sie ununterbrochen arbeitet, ebenso läßt sie sich leicht nach Bedarf regeln und der Leistung der Maschine anpassen. Die verbrannten Teile des Brennstoffes werden im unteren Ofenende selbsttätig abgeleitet.

Wie aus der Beschreibung hervorgeht, handelt es sich bei dieser Maschine im wesentlichen um das Arbeitsverfahren der alten Feuerluftmaschine, mit dem Unterschied, daß Arbeitszylinder und Zylinder der Luftpumpe vereinigt und unmittelbar an den Ofen angebaut sind. Versuche mit einer nach diesem Verfahren arbeitenden Zweitaktmaschine sind zurzeit im Gange. [M 446]

Selbstansaugende Kreiselpumpe.

Die von Siemen & Hinsch, St. Margarethen (Holstein), hergestellte Pumpe unterscheidet sich von gewöhnlichen Kreiselpumpen dadurch, daß dem Laufrade das flüssige oder gasförmige Fördermittel nur auf einem Teile des Umfanges zugeführt wird. Die vom Fördermittel nicht beaufschlagten Zellen des Laufrades sind in einem zum Laufrade konzentrischen Gehäuse abgedichtet und dadurch voneinander getrennt, während der beaufschlagte Teil des Laufrades in der üblichen Weise mit einem Spiralgehäuse umgeben ist. Dieses Spiralgehäuse ist ferner nicht unmittelbar mit dem Druckstutzen, sondern durch eine besondere Öffnung mit den unbeaufschlagten Radzellen verbunden, die mit ihren Schaufeln den Weg zum Druckstutzen steuern. Dadurch bilden der beaufschlagte und der unbeaufschlagte Teil der Pumpe zwei hintereinander geschaltete Stufen, die zwar keine Druckerhöhung bedingen, aber ermöglichen, Luft oder andre Gase aus dem Saugraum zu fördern. Eine solche Pumpe ist daher imstande, selbsttätig anzusaugen, ohne daß das Gehäuse und das Saugrohr mit Wasser gefüllt wird. („Gesundheits-Ingenieur" Bd. 46 2. Juni 1923) [M 453]

Die Kathodenröhre in der drahtlosen Telegraphie.

Von C. W. Kollatz, Oranienburg bei Berlin.

Wirkungsweise der Dreielektrodenröhre und die sich daraus ergebenden verschiedenartigen Anwendungen der Röhre in der drahtlosen Telegraphie. — Auf die Entwicklung der Hochleistungs-Kathodenröhren in Amerika und deren Aussichten wird hingewiesen.

Die drahtlose Telegraphie und Telephonie verdankt die großen Fortschritte der letzten zehn Jahre hauptsächlich der Glühkathodenröhre. In ihrer ursprünglichen Form als Empfangröhre, zu der sie sich in Deutschland aus der Liebenröhre entwickelt hat, und besonders als Empfang-Verstärkerröhre leistet sie heute unentbehrliche Dienste zur Verbesserung der Verständigung. Noch aussichtreicher sind die ständigen Fortschritte der Senderöhrentechnik. Zunächst ermöglichte die Erfindung der Senderöhre die Schaffung kleiner handlicher Sender ungedämpfter Wellen. Neuerdings geht die Entwicklung der Senderöhrentechnik immer mehr dahin, Hochleistungsröhren zu bauen, die für den Verkehr auf große und größte Entfernungen verwendbar sind. Ja in Amerika gibt man sich bereits der Hoffnung hin, durch Senderöhren den schönen Traum Teslas von der drahtlosen Übertragung elektrischer Energie in naher Zeit verwirklichen zu können. Jedenfalls dürfte es für weitere Kreise von Interesse sein, die Grundzüge der Kathodenröhre und ihrer Verwendung in der drahtlosen Telegraphie kennenzulernen.

Am verbreitetsten ist die Dreielektrodenröhre. Zu Verstärkerzwecken werden allerdings vielfach Mehrgitterröhren benutzt, ebenso, namentlich im Ausland, auch Röhren mit mehreren Anoden. Anderseits ist die neueste Hochleistungsröhre, das Magnetron, von dem am Schlusse dieses Aufsatzes die Rede ist, eine Zweielektrodenröhre. Im allgemeinen ist der folgenden Besprechung die Dreielektrodenröhre zugrunde gelegt.

Die Wirkungsweise der Kathodenröhre

beruht auf den eigenartigen physikalischen Vorgängen beim Durchgang der Elektrizität durch verdünnte Gase. Ihr erster Vorläufer ist die bekannte Geißlersche Röhre. Die Kathodenröhre besteht grundsätzlich aus einem nahezu luftleeren Glasgefäß mit eingeschmolzenen Elektroden, deren mindestens zwei vorhanden sein müssen: eine Anode, bei der die positive, und eine Kathode, bei der die negative Spannung eintritt. Verbindet man die außerhalb des Glasgefäßes befindlichen Enden der beiden Elektrodendrähte mit den beiden Polen eines Funkeninduktors oder irgend einer anderen Spannungsquelle, so tritt bei einem Gasdruck von etwa 50 mm Q.-S. zwischen den beiden Elektroden innerhalb der Röhre ein Spannungsausgleich durch elektrische Funken ein. Bei weiterer Gasverdünnung, etwa bis zu einem Druck von 1 mm Q.-S., verbreitern sich die Funken zu einem leuchtenden Bande, wie wir es in der Geißlerschen Röhre sehen. Wird die Verdünnung des Gases noch weiter fortgesetzt, so daß der Druck innerhalb der Röhre unter $^1/_{100}$ mm Q.-S. sinkt, so verschwindet das Leuchten des Gasinhaltes und es tritt an der der Kathode gegenüber liegenden Stelle der Glaswand ein Fluoreszieren ein, und zwar meistens in hellgrüner Farbe. Die Kathode sendet nämlich bei entsprechend vermindertem Gasdruck die sogenannten Kathodenstrahlen aus, die bemerkenswerte Eigenschaften haben: sie werden durch den Magnet abgelenkt, üben wärmemechanische Einflüsse auf leicht bewegliche Körper aus und rufen die bekannten Röntgenstrahlen hervor. Die nähere Untersuchung der Kathodenstrahlen hat ergeben, daß sie aus kleinsten negativen Elektrizitätsträgern, den Elektronen, bestehen.

In der Funktechnik hat es sich zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Röhren als vorteilhaft erwiesen, den Gasdruck noch wesentlich weiter, nämlich soweit herabzusetzen, wie dies praktisch — mit Hilfe der neuen Gädeschen Luftpumpen — überhaupt möglich ist. Man hat auf diese Weise einen Gasdruck von weniger als $^1/_{100000}$ mm Q.-S. erzielt. Bei diesem äußerst geringe[n] Gasdruck ist es aber notwendig, die Elektronenausstrahlung d[er] Kathode künstlich anzuregen. Dies geschieht durch Verwendun[g] einer Glühkathode, d. h. die Kathode wird, ganz ähnlich wi[e] bei der Glühlampe, aus einem leitenden Faden hergestellt, de[r] durch Gleichstrom auf helle Gelbglut erhitzt wird. Außerde[m] wird zwischen Anode und Kathode eine dritte Elektrode, das so genannte Gitter, in der Röhre untergebracht, das aus eine[m] Draht, einem dünnen Drahtnetz oder einem gelochten Blech b[e]stehen kann. Die drei Elektroden können z. B. so angeordne[t] werden, daß Gitter und Anode konzentrisch den Glühdraht um schließen, Abb. 1 und 2. Wir haben es also hier mit einer Drei elektrodenröhre zu tun. Ihre wichtigste Eigenschaft, aus der sic[h] die zahlreichen Verwendungsmöglichkeiten in der Funktechni[k] ergeben, beruht auf dem Eingriff der Gitterspannung in de[n] Anodenstrom.

Abb. 3 zeigt die Grundschaltung der Kathodenröhre. So bald der Draht der Kathode *K* durch die Heizbatterie *Bh* bis zu hellen Gelbglut erhitzt ist, sendet er (nach der Entdeckung vo[n] Wehnelt) Elektronen aus; diese haben wegen ihrer nega tiven Ladung das Bestreben, sich zu der mit dem positiven Po[l] der Anodenbatterie *Ba* verbundenen Anode *A* zu begeben. E[s] entsteht daher ein Elektronenstrom von der Kathode zur Anode der den Anodenstromkreis als masselose Brücke auf folgenden Wege schließt: positiver Pol der Anodenbatterie *Ba*, Anode, Elek tronenbrücke, Kathode, negativer Pol der Anodenbatterie *Ba*.

In dieser überaus zarten Brücke liegt aber das Gitter *G* das schon durch seine Anwesenheit den Durchgang der Elektro nen von der Kathode zur Anode behindert. Außerdem wird ihm aber durch die Gitterbatterie *Bg* eine gegenüber der Kathode ge steigerte negative Spannung verliehen. Dadurch wird der Elek tronenstrom weiter erheblich geschwächt, weil die (negativen) Elektronen vom negativ geladenen Gitter zurückgestoßen werden. Ändert sich aber die Gitterspannung, so ändert sich auch der Grad der Behinderung des Elektronendurchtritts durch das Git ter zur Anode, also die Stärke des Elektronenflusses und damit des Anodenstromes. Die Gitterspannung steuert also durch ihren Eingriff in die Elektronenbrücke die Stärke des Anoden stromes.

Man versteht nach H. Barkhausen unter der Kenn linie einer Kathodenröhre eine Kurve, als deren Ordinate die Stärke des Anodenstromes und als deren Abszisse die, etwa mittels eines Spannungsteilers, stetig veränderte Gitterspannung aufge tragen ist, Abb. 4. Eine geringe Änderung der Gitterspannung hat eine wesentlich größere Änderung der Anodenstromstärke zur Folge. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß es zum Her vorrufen derartiger Spannungsschwankungen am Gitter bei der geringen Kapazität des Gitters gegen die Kathode nur ganz schwacher Ströme bedarf. Denken wir uns also in der Abb. 3 die Gitterbatterie *Bg* durch die sekundäre Wicklung einer Kopp lungsspule (Übertrager) ersetzt, deren primäre Wicklung mit der Empfangantenne verbunden ist, so rufen die in der Antenne an kommenden elektromagnetischen Wellen Wechselspannungen in der sekundären Spule hervor; sie wirken auf das Gitter und ändern fortgesetzt seine Spannung im Rhythmus der ankommenden Wellen. Diese werden selbst bei großer Entfernung des Sende ortes noch ausreichen, um erhebliche Schwankungen im Anoden stromkreis der Röhre hervorzurufen. Die ankommenden Wech selströme oder Schwingungen werden also durch die Kathoden röhre in der angegebenen Schaltung sehr verstärkt.

Auf dieser

Verstärkerwirkung der Kathodenröhre

beruht ihre große Bedeutung für die draht lose Telegraphie und Telephonie.

Abb. 1. Elektroden-Anordnung der Kathodenröhre.

Abb. 2. Telefunken-Audion.

Abb. 3. Grundschaltung der Glühkathodenröhre.

Abb. 4. Kennlinie der Glühkathodenröhre als Verstärker.

Der Verstärkungsgrad der Röhre ist um so größer, je steiler e Kennlinie im mittleren Teil verläuft. Man spricht daher on der „Steilheit" der Kathodenröhre. Zwei andre für die eistung bestimmende Größen sind der „Durchgriff" und der nere Widerstand der Röhre. Unter Durchgriff versteht man e Kraft, mit der die Anode durch das bremsende Gitter hinırch die Elektronen zu sich heranzieht.

Die Kathodenröhre wirkt als Verstärker genau so wie das ıs der Drahttelegraphie bekannte Relais. Die ankommende, ırch Unterwegsverluste geschwächte Energie wird am Empfangt aufgefrischt. Die Gitterspannung, die wie ein feines Züngin in die Elektronenbrücke eingreift und mit Hilfe der Anodenıtterie und der Elektronen die Energie auffrischt, entspricht m Relaisanker. Man bezeichnet daher die Kathodenröhre auch s Elektronenrelais. Wichtig ist dabei, daß es sich hier n ein masseloses Relais ohne irgendwelche mechanisch beitende Teile handelt.

Wird, wie oben angenommen, unmittelbar die aus der mpfangantenne kommende Energie verstärkt, so dient die Röhre s Hochfrequenzverstärker. Man kann aber die ankommenden Schwingungen zunächst durch den Empfangvermittler (Detektor in Schwingungen von niedriger Frequenz umwandeln lassen und diese verstärken.

Abb. 5. Grundschaltung des Niederfrequenzverstärkers. *V* Vorübertrager. *N* Nachübertrager.

Da die Verstärkerröhre einen hohen inneren Widerstand on etwa 10^5 bis 10^6 Ω hat, kann man sie nicht unmittelbar in e beiden Außenstromkreise einschalten, sondern man benutzt ım Erzielen eines guten Wirkungsgrades Übertrager, deren der öhre zugekehrte Wicklungen einen möglichst hohen, dem öhrenwiderstand angepaßten Scheinwiderstand (Impedanz) ıben. Man bezeichnet diese Übertrager als Vorübertrager und achübertrager, Abb. 5. Erscheint die Verstärkung durch eine öhre nicht ausreichend, so kann man den verstärkten Strom ɪer einen weiteren Vorübertrager einer zweiten Röhre zuhren u. s. f. (Kaskadenschaltung). Bei der Niedrigfrequenzerstärkung hat man es also mit der Verstärkung bestimmter requenzen zu tun, die wie beim Drahtfernsprechen innerhalb r Hörbarkeitsgrenzen liegen, im Mittel also etwa 1000 Per./s tragen. Man stimmt daher die Übertrager des Niedrigfrequenzerstärkers (durch Regelung der Induktivität) auf diese Freıenz ab. Anders beim Hochfrequenzverstärker; hier müßte man e Übertrager jeweils nach der Frequenz des aufzunehmenden Senders abstimmen. Um diese Schwierigkeit zu vermeiden, verzichtet man beim Hochfrequenzverstärker auf Übertrager und verwendet zur Verbindung mehrerer Röhren untereinander Drosselspulen.

Abb. 6. Die BE-Röhre von Siemens & Halske.

Abb. 7. Die R-Röhre von Siemens & Halske.

Die Formen der Verstärkerröhren sind je nach Zweck und Leistung verschieden. Sehr verbreitet ist z. B. das erwähnte Telefunkenaudion, Abb. 2, als Verstärkerröhre, das zwar in erster Linie zur Hörbarmachung der Schwingungen dient, sie zugleich aber auch verstärkt. Größere Verstärkerröhren, die von Siemens & Halske hergestellt werden, sind in Abb. 6 und 7 wiedergegeben.

Die Kathodenröhre als Hörvermittler (Audion).

Aus der Einrichtung der Glühkathodenröhre folgt ohne weiteres, daß sie als Ventilröhre, d. h. Gleichrichter wirken muß. Denn der Elektronenfluß, der die Strombrücke innerhalb der Röhre bildet, kann nur zustandekommen, wenn der Glühfaden Kathode ist, also bei dieser die negative Spannung in die Röhre eintritt. Spannungen umgekehrter Richtung können infolge des Ausbleibens des Elektronenflusses nicht durch die Röhre hindurchgehen. Infolgedessen ist die Röhre besonders dazu geeignet, die in der Empfangantenne ankommenden Wellen, deren Frequenz für die Trägheit der Membran des Empfangfernhörers viel zu hoch ist, und die mit dem Ohr schon deshalb nicht wahrgenommen werden können, weil sie weit über der Hörbarkeitsgrenze liegen, gleichzurichten und zugleich in wesentlich langsamere Schwingungen umzuformen.

Diesem Zweck dient das zuerst von Lee de Forest angegebene Audion, dessen Schaltung Abb. 8 wiedergibt. Der Empfangsluftdraht *L* steht über eine Kopplungsspule (Übertrager) mit dem aus Gitter *G*, Gitterkondenstor *C* und Glühkathode *K* gebildeten Gitterkreis in Verbindung. Parallel zum Kondensator liegt der hohe Widerstand *W* (etwa 10^6 Ω). Der Kondensator *C* wird entsprechend dem aus dem Luftdraht kommenden hochfrequenten Wellenzug einer gedämpften Schwingung abwechselnd positiv und negativ geladen. Nimmt die linksseitige Belegung des Kondensators in einem Zeitteilchen positive Ladung auf, so wird durch Influenz die rechtsseitige Belegung negativ elektrisch, und die positive Elektrizität wandert nach dem Gitter. Dadurch wird die Gitterspannung weniger negativ und läßt mehr Elektronen hindurch, so daß der Anodenstrom stärker wird. Dabei nimmt das Gitter selbst wieder negative Elektronen auf. Nach Vollendung des positiven Wechsels hat der Kondensator *C* wieder die Spannung null. Also auch die rechte Belegung hat wieder die Spannung null angenommen, d. h. die vorher nach dem Gitter abgestoßene positive Elektrizität hat dieses verlassen. Dadurch sind die negativen Elektronen auf dem Gitter frei geworden und behindern den Durchtritt des Anodenstromes in verstärktem Maße. Erhält nunmehr die linksseitige Belegung des Kondensators negative Spannung aus dem Luftdraht, so nimmt die rechte positive Elektrizität an, während jetzt die negative nach dem Gitter wandert. Infolge der dadurch hervorgerufenen Verstärkung der negativen Ladung des Gitters nimmt der Anodenstrom wieder ab. Wenn dann die linksseitige Kondensatorbelegung im Verlaufe der hochfrequenten Schwingung wieder den Nullwert erreicht, wandert die negative Elektrizitätsmenge der rechten Kondensatorbelegung wieder auf diese zurück. Die negative Ladung des Gitters ist jetzt dieselbe wie nach Beendigung des ersten Wechsels. Bei jedem weiter folgenden positiven Wechsel steigt indes die negative Spannung des Gitters. Die Folge ist eine dauernde, aber in Schwingungen vor sich gehende Abnahme des Anodenstromes. Der hohe Widerstand *W* sorgt nun dafür, daß die bei jedem Wellenzuge auftretende negative Aufladung des Gitters während der zwischen zwei Wellenzügen liegenden Zeit abfließt, so daß der Anodenstrom allmählich seinen normalen Wert wieder erreicht.

Abb. 8. Die Audionschaltung.

Abb. 9. Die Grundschaltung der Senderöhre.

Der Anodenstrom erfährt demnach Schwankungen im Rhythmus der Impulsfrequenz des Senders, d. h. die Empfangschwingungen werden im Fernhörer ebenso wahrnehmbar gemacht wie durch irgendeinen andern Detektor. Das Audion ist also nichts anderes als ein Detektor, der gleichzeitig die Schwingungen ver-

stärkt. Der Fernhörer gibt nur die ganzen Stöße wieder, nicht aber die mit hoher Frequenz auftretenden Schwankungen des Anodenstromes, die für die Trägheit der Fernhörermembran zu rasch vor sich gehen und auch vom Ohr nicht wahrgenommen werden können.

Nimmt der Empfänger ungedämpfte Wellen auf, so ist der Vorgang im Audion im wesentlichen derselbe wie bei gedämpften Wellen; unter dem Einfluß der andauernden Ladung und Entladung über den hohen Widerstand W wird ein Gleichgewichtzustand eintreten, der auf den Empfanghörer T ohne jeden Einfluß ist.

Die Entwicklung der Glühkathodenröhre zum Verstärker (im Anschluß an die Liebenröhre) und zum Audion übernahm für Deutschland in den letzten Jahren vor dem Krieg und zu dessen Beginn in erster Linie die Gesellschaft für drahtlose Telegraphie (Telefunken). Im Verlaufe des Krieges stellte sich mit zunehmender Verdichtung der Funkstellen an den Fronten immer deutlicher die Notwendigkeit heraus, Funkgerät für den Verkehr mit ungedämpften Wellen auf kleine und mittlere Entfernungen herzustellen, da diese den gedämpften an Abstimmschärfe und Störfreiheit wesentlich überlegen sind. Nach längeren Untersuchungen gelang es dem Oberingenieur der genannten Gesellschaft, Dr. Meißner, durch Verwendung der Glühkathodenröhre zur Schwingungserzeugung mittels Rückkopplung diese Aufgabe in genialster und betriebssicherster Weise zu lösen.

So entstand

die Senderöhre,

die im Röhrensender als Schwingungserzeuger dient. In den Anodenstromkreis, Abb. 9, ist ein aus der Induktionspule L und dem Kondensator C gebildeter Schwingungskreis eingeschaltet. Ein Schwingungskreis besteht allgemein aus einer Selbstinduktion (Spule) und einer Kapazität (Kondensator) und wird durch einen auf den Kondensator wirkenden Ladungsstoß zu Eigenschwingungen angeregt, d. h. der Kondensator wird geladen und entladet sich sogleich über die Spule. Dadurch wird in der Spule eine elektromotorische Kraft ausgelöst, die wiederum den Kondensator ladet. Unter günstigen Umständen kann sich dieser Vorgang mehrmals — unter zunehmendem Energieverlust — wiederholen. Wird nun die Eigenschwingung des Schwingungskreises C-L, z. B. durch den beim Einschalten der Anodenbatterie Ba entstehenden Stromstoß, hervorgerufen, so induziert die elektromotorische Kraft der Spule L eine Spannung in der Gitterspule Gsp. Infolge der erwähnten Eigenschaft der Gitterspannung, Schwingungen in verstärktem Maße auf den Anodenkreis zu übertragen, werden die ursprünglichen Eigenschwingungen des Kreises C-L diesem auf folgendem Weg immer wieder verstärkt zugeführt: Anode A, Kreis C-L, Kathode K, Elektronenbrücke, Anode usw. Hierdurch werden die ursprünglich gedämpften Eigenschwingungen zu ungedämpften mit verstärkter Amplitude.

Die angegebene Verbindung zwischen dem Kreise C-L und dem Anodenkreise durch die Spulen L und Gsp wird als „Rückkopplung" bezeichnet. Die Schwingungen in den beiden gekoppelten Kreisen schaukeln sich, wie man sagt, gegenseitig auf. Die so entstehenden Schwingungen sind ungedämpft und von einer bei andern Sendern ungedämpfter Schwingungen kaum zu erreichenden Gleichförmigkeit. Um die Schwingungen dem Sendeluftleiter zuzuführen, braucht man diesen nur durch eine dritte Spule, die man sich in Abb. 9 etwa rechts von der Spule L zu denken hätte, mit dieser zu koppeln, ähnlich wie dies in Abb. 8 dargestellt ist.

Abb. 10. Verschiedene Telefunken-Senderöhren.

Jede Glühkathodenröhre ist ohne weiteres als Senderöhre verwendbar, doch benutzt man im allgemeinen für die Röhrensender solche Röhren, die besonders für diesen Zweck gebaut sind, um möglichst gute Leistungen zu erzielen. Die Leistung nimmt mit den Abmessungen der Röhre und mit der Spannung der Anodenstromquelle zu. Die Telefunkengesellschaft baut Senderöhren für die verschiedensten Leistungsstufen. Die Abb. 10 zeigt eine Reihe von Telefunken-Senderöhren verschiedener Größe und Bauart. Die beiden Röhren rechts stellen die größte in Deutschland z. Z. im Betriebe befindliche Type dar. Der 10 kW-Röhrensender der Hauptfunkstelle in Königswusterhausen enthält zehn derartige Röhren. Die Kathode dieser Röhre besteht aus dicken U-förmigen Glühdrähten, die von dem aus sehr dünnem Drahtgewebe gebildeten Gitter umgeben ist. Die Anode besteht aus einem Blechmantel, der die beiden andern Elektroden umschließt.

Amerikanische Hochleistungs-Senderöhren.

Da die Senderöhren für hohe Leistung mit starken Heizströmen arbeiten müssen, sind besondere Vorkehrungen erforderlich, um die Lebensdauer der Glühdrähte aus wirtschaftlichen Gründen möglichst groß zu machen. Telefunken verwendet zu diesem Zweck statt der früher üblichen Wolframfäden neuerdings mit gutem Erfolge Oxydfäden. In Amerika, wo man in jüngster Zeit Senderöhren von gewaltigen Leistungen gebaut hat, sind mit Wolframdrähten, die mit einer ganz dünnen Schicht von metallischem Thorium überzogen sind, sehr gute Erfahrungen gemacht worden.

Eine weitere Schwierigkeit beim Bau von Hochleistungs-Senderöhren besteht darin, daß mit zunehmender Größe des Glasgefäßes der Druck der atmosphärischen Luft auf die Glaswand des sehr weit luftleer gemachten Gefäßes bedenklich zunimmt.

Bei den neuesten amerikanischen Senderöhren von 20 kW Leistung, Abb. 11 und 12, über die der bekannte Vakuumröhrenforscher Langmuir berichtet hat[1]), besteht daher das eigentliche Gefäß aus einem 210 mm langen Kupferrohr, das zugleich

[1]) Electrical World 21. Oktober 1922 S. 881.

Z23/798

Abb. 11. Die 20 kW-Senderöhre der General-Electric Co.

Z23/799

Abb. 12. Zusammensetzung und Teile der 20 kW-Senderöhre.

Z23/800

Abb. 13. Das 1000 kW-Magnetron.

e Anode bildet. Das Rohr ist mit einem 260 mm langen äußeren lasrohr durch einen mit Kupfer überzogenen Nickelstahlkegel rbunden und verkittet. Die Glühkathode besteht aus einem wa 1 mm dicken W-förmig gebogenen Wolframdraht, der von äftigen Wolframstäben getragen wird. Die Zuführungen sind urch einen besondern Glaskörper isoliert, Abb. 12 ganz rechts. ieser Glaskörper wird mit der Kathode in das Gitter hineinschoben und das Ganze in die aus dem Anodenzylinder und m oberen Glasgefäß gebildete Hülse eingesetzt. Der doppelte laskörper oberhalb des Anodenrohres dient also nur zur Aufahme und Isolierung der Zuführungsdrähte für Gitter und athode und wird nicht luftleer gemacht. Der Anodenzylinder ird dauernd mit Wasser gekühlt und ist zu diesem Zweck von nem besondern Kühlrohr umschlossen, das unten ein Ansatzhrchen für das abfließende Wasser hat, Abb. 11. Durch die asserkühlung wird der „Durchgriff" vergrößert, so daß man it einer viel kleineren Anode auskommen kann als bei unkühlten Röhren.

Ende vergangenen Jahres haben mit einem Röhrensender, er sechs parallel geschaltete 20 kW-Röhren der beschriebenen rt enthielt, Sendeversuche von der amerikanischen Großfunkelle in Rocky Point (bei New York) nach Nauen, im ganzen 5 Stunden lang, stattgefunden, die sehr guten Erfolg hatten. ei diesen Versuchen wurde die Anodenspannung von 10 000 bis 5000 V auf folgende Weise gewonnen: Die drei Phasen eines rehstromes von 60 Per./s und 22 000 V wurden über je ein assergekühltes K e n o t r o n, eine gemeinschaftliche Ausgleichapazität und eine ebensolche Ausgleichspule dem Anodenstromreis der parallel geschalteten Senderöhren zugeführt. Ein Kenoron ist eine als Gleichrichter dienende Glühkathodenröhre ohne itter. Zum Vergleich sei erwähnt, daß die Anodenspannung es 10 kW-Röhrensenders in Königswusterhausen nur etwa 700 V beträgt. Auch diese Spannung wird, wie es bei Hochistungs-Senderöhren allgemein der Fall ist, durch Gleichrichten es Maschinenwechselstromes gewonnen.

Nach demselben Grundgedanken baut die General Electric o. außer der beschriebenen 20 kW-Senderöhre gegenwärtig eine 00 kW-Röhre. Langmuir beschreibt in dem erwähnten Aufsatz chließlich sogar eine 1000 kW-Senderöhre, die mit magnetischer Steuerung nach A. W. H u l l arbeitet und von ihm als M a g n e t r o n bezeichnet wird. Die neueste Ausführung stammt von J. H. P a y n e.

Diese zwischen zwei scheibenförmigen Zuführungen eingeschaltete und auf vier Hochspannungsisolatoren befestigte Röhre, Abb. 13 rechts, besteht aus einem 760 mm langen wassergekühlten Metallrohr, das die Anode bildet, und aus einem in der Achse des Rohres angebrachten 10 mm dicken und 560 mm langen Glühdraht aus Wolfram. Der Draht wird durch einen Strom von 1800 A und 10 000 Per./s zum Glühen gebracht. Das magnetische Feld, das durch diesen gewaltigen Heizstrom erzeugt wird, ist stark genug, um den von der Kathode zur Anode fließenden Elektronenstrom während eines Teiles jeder Halbperiode des Heizstromes zu unterdrücken. Der Elektronenstrom wird also auf diese Weise 20 000mal in der Sekunde unterbrochen; das Magnetron braucht daher kein Gitter zu haben. Das abgebildete Magnetron soll bei 20 000 V Anodengleichspannung 70 vH Wirkungsgrad haben und kann zur Erzeugung von Hochfrequenzschwingungen für drahtlose Telegraphie wie auch zu andern Zwecken verwendet werden.

Für Energieübertragung ist der Wirkungsgrad des Magnetrons noch nicht ausreichend. An der Herstellung einer noch leistungsfähigeren Schwingungsröhre für diesen Zweck wird nach den Ausführungen Langmuirs bereits gearbeitet. Die amerikanische Presse berichtet über die erzielten Fortschritte mit der gewohnten Begeisterungsfreudigkeit und sagt bereits die baldige drahtlose Übertragung der Energie der Niagarafälle nach New York mit ziemlicher Sicherheit voraus. Das ist zweifellos voreilig, aber man kann nach den neuesten amerikanischen Erfolgen sagen, daß es gelungen ist, die Leistung der Kathodenröhre in den letzten zehn Jahren von etwa 0,2 auf 20 000 W, also auf das Hunderttausendfache, zu steigern, wobei die 100 kW-Röhre und das noch nicht genügend erprobte Magnetron nicht berücksichtigt sind. Sicherlich darf man mit weiteren Fortschritten auf diesem für die drahtlose Technik so wichtigen Gebiet in naher Zeit rechnen. Ob die Kathodenröhre tatsächlich berufen sein wird, Teslas Traum von der drahtlosen Übertragung der Energie eines Tages zu verwirklichen, läßt sich aber wohl noch nicht voraussagen. [1559]

Großzahl-Forschung, ein neues Mittel zur Verwertung der Erfahrung in Industrie und Industrieforschung.[1)]

Von Dr.-Ing. K. Daeves, Düsseldorf.

Bedeutung der Erfahrung für die Industrieforschung. Das neue Verfahren der Großzahlforschung gibt die Möglichkeit, Erfahrungen zahlenmäßig zu verwerten. Es gestattet so, wertvolle exakte Ergebnisse ohne kostspielige Versuche zu gewinnen, und bildet die Brücke zwischen Wissenschaft und Praxis.

Das Ausland, vor allem Amerika und England, hat nach dem Kriege als Ursache der Überlegenheit der deutschen Industrie die gründliche Ausbildung unserer Ingenieure und Chemiker und die weitgehende Unterstützung und Anwendung wissenschaftlicher Forschung klar erkannt. Eine großzügige Propaganda hebt dort jetzt immer und immer wieder die Bedeutung der „industrial research", der Industrieforschung, hervor, und die für unsere Verhältnisse gewaltigen Mittel, die der angewandten Forschung dort zur Verfügung gestellt werden, tragen schon jetzt wertvolle Früchte.

Das einzige Machtmittel, das der deutschen Industrie in diesem Wettlauf zur Verfügung steht, ist ihre reiche E r f a h r u n g. Erfahrung besteht im wesentlichen aus zahllosen Einzeleindrücken ohne kausalen Zusammenhang, die sich meist nicht zahlenmäßig ausdrücken lassen und auch nicht ohne weiteres übertragbar sind. Gelingt es, die Ergebnisse jeder Erfahrung rechnerisch zu erfassen und übertragbar zu machen, so wäre uns damit ein Hilfsmittel in die Hand gegeben, das der Forschung und Industrie wichtige Ergebnisse ohne allzugroße Kosten ermöglicht. Die Schwierigkeit, Erfahrungen zahlenmäßig zu verwerten, liegt einmal darin, daß schon die einzelnen Eindrücke zahlenmäßig nur sehr ungenau erfaßbar sind, in der Hauptsache aber darin, daß der Erfahrung nur dann großer Wert beizumessen ist, wenn sie sich auch gefühlsmäßig auf eine sehr große Anzahl von Einzeleindrücken gründet.

Nun gibt es aber in der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmaßlehre Rechnungsverfahren, die gerade aus sehr großen Reihen an sich nicht sehr genauer Zahlen exakte Schlüsse ziehen lassen, ohne dabei die kausalen Zusammenhänge zunächst zu berücksichtigen. Es ist für den neuzeitigen Menschen nicht ganz einfach, auf unmittelbare kausale Zusammenhänge zu verzichten. Aber man denke nur an die Versicherungsstatistik: sie sagt mit großer Sicherheit voraus, daß in einem bestimmten Lande jährlich durchschnittlich eine bestimmte Anzahl Selbstmorde vorkommt, und diese Anzahl wird eingehalten, obwohl die Ursachen zu den Selbstmorden in jedem Falle völlig andre sind und es widersinnig wäre, zu denken, daß sich diese bestimmte Anzahl Leute deswegen das Leben nehmen, damit die Versicherungsstatistik erfüllt wird.

In neuerer Zeit haben diese Rechnungsarten, z. B. durch die Arbeiten von B o l t z m a n n auf dem Gebiete der Wärmelehre, ihre Anwendbarkeit auch in den Naturwissenschaften bewiesen, ja man steht heute vielfach auf dem Standpunkt, daß eigentlich alle Naturgesetze nur etwas über die Beziehungen zwischen M i t t e l w e r t e n aussagen, ohne Schlüsse darüber zuzulassen, wie sich das einzelne Atom verhält. Auch diese Auffassung der Naturgesetze, die in sehr engen Grenzen genaue Ergebnisse liefert, beweist, daß man ohne Kenntnis der Einzelvorgänge dann zu genauen zahlenmäßigen Ergebnissen kommt, wenn das Mittel aus sehr vielen Einzelerscheinungen betrachtet wird, d. h. wenn man sich der G r o ß z a h l f o r s c h u n g bedient.

In allen unseren großen Werken, Hütten, Maschinenfabriken, chemischen Betrieben usw. werden heute lange Listen über Menge, Zusammensetzung und Eigenschaften der Rohstoffe, über den Verlauf der Verarbeitung und die Eigenschaften des Fertigerzeugnisses geführt. Tausende von Maschinen, Öfen und Kraftleitungen zeichnen Tag für Tag Schreibstreifen auf, aber nur wenige Menschen ahnen, welchen Wert diese Angaben erhalten, wenn sie unter dem Gesichtspunkte der G r o ß z a h l f o r s c h u n g ausgewertet werden.

Einige Beispiele mögen die Bedeutung der für den Ingenieur neuen Auswertungsart zeigen: Der Gehalt an Phosphor einer in einem Werk hergestellten Stahlsorte schwankt im allgemeinen innerhalb enger Grenzen um einen Mittelwert. Bildet man von je 10 oder 20 aufeinanderfolgenden Schmelzungen das arithmetische Mittel der Phosphorgehalte, so werden die einzelnen Mittel im allgemeinen genau übereinstimmen. Ist das nicht der Fall, ergibt sich z. B. der Phosphorgehalt der ersten vier Dekaden zu je 0,035 vH, bei der fünften und sechsten aber zu 0,04 vH, so ist daraus mit Sicherheit zu schließen, daß in der Zeit zwischen der vierten und fünften Dekade irgendeine Änderung im Ofengang, der Rohstoffgüte, der Bedienung usw. eingetreten ist, deren Einfluß damit sofort festliegt.

Man kann auch die Zahlen eines einzelnen Schmelzofens, einer einzelnen Maschine usw. herausnehmen, ihren Mittelwert mit dem Gesamtmittel vergleichen, um so je nach der Anordnung wertvolle Schlüsse über Bauarten und Bedienungsmannschaften zu bekommen. Es wirkt immer wieder verblüffend, wenn man

[1)] Prof. Dr.-Ing. G o e r e n s hat am 13. Mai 1923 in Hagen i. W. über Industrieforschung in der Gemeinschaftssitzung der Fachausschüsse des Vereins deutscher Eisenhüttenleute gesprochen und das hier erläuterte Verfahren eingehend beschrieben.

durch solche Rechnungsverfahren fast vom grünen Tisch aus einwandfrei entscheiden kann, daß diese oder jene Bedienungsmannschaft schlecht bzw. gut arbeitet. Die Gegenüberstellungen der Mittelwerte der einzelnen Wochentage, der Tag- und Nachtschichten, sind ja vielfach bekannt.

Lassen sich aus den Betriebsbüchern gleichzeitig m e h r e r e laufend eingetragene Eigenschaften eines bestimmten Werkstoffes, z. B. die Analyse und die Festigkeitseigenschaften, entnehmen, so kann man in einfacher Weise feststellen, ob und in welcher Richtung eine chemische Beimengung auf die gleichzeitig festgestellten Festigkeitseigenschaften wirksam ist. Man trägt die Werte in ein Koordinatensystem ein, dessen eine Achse der Festigkeitszahl entspricht, während die andere Achse den Mangan-, den Kohlenstoffgehalt oder den Schwefelgehalt angibt. Die g l e i c h e n Werte, auf diese Weise in die v e r s c h i e d e n e n Diagramme eingezeichnet, ergeben Punkthaufen, die sofort die gewünschte Beziehung als Kurvenzug erkennen lassen, Abb. 1. Nach den Gesetzen der Großzahlforschung überdecken sich nämlich in jedem Falle die Einflüsse aller Beimengungen m i t A u s n a h m e d e r j e n i g e n, n a c h d e r d i e Z a h l e n j e w e i l s g e o r d n e t s i n d. Wenn man bedenkt, welch mühselige Arbeit die Untersuchungen des Einflusses der Schwefel- oder Phosphorgehalte auf die Festigkeit im Laboratorium erfordert, wo ganz reine Legierungen erschmolzen werden müssen, so zeigt sich sofort die Überlegenheit der Großzahlforschung, die mindestens ebenso genaue Ergebnisse gibt. Dabei bietet sie noch den Vorteil, daß ihre Ergebnisse betriebsmäßig gewonnen sind und auch wieder für den Betrieb richtig sind, während das für die Laboratoriumsschmelzen nur bedingt der Fall ist.

Abb. 1. Schaubildliche Anordnung von Analysenergebnissen und einer zugehörigen Eigenschaft, nach drei verschiedenen Argumenten geordnet.

Ein anderes Verfahren der Großzahlforschung liegt in der Auswertung der sogenannten Häufigkeitskurven. Hierzu bedarf es nur einer Zahlenreihe über e i n e Eigenschaft.

Abb. 2. Kennzeichnende Zufallskurve.

Abb. 3. Aus zwei Zufallskurven zusammengesetzte Kurve mit einem spitzen Höchstwert.

Man stellt fest, wie oft jeder Größenwert auftritt. Als Größenwert wählt man zweckmäßig so große Abstände, daß die einzelnen Häufigkeitszahlen nicht zu stark voneinander abweichen. So wird man bei Festigkeitszahlen z. B. die Häufigkeit nicht für jedes kg/mm², sondern vielleicht für je 2 oder 3 kg/mm² feststellen. Trägt man dann die Werte in ein Koordinatensystem so ein, daß eine Achse die Eigenschaft, die andre die Häufigkeitszahl angibt, so erhält man Kurven von der Form der Abb. 2. Die Verteilung der Eigenschaft nach der Häufigkeit entspricht in diesem Fall der sogenannten Gaußschen Verteilungsfunktion. Das besagt, daß bei der untersuchten Erzeugungsart, deren Endergebnis die Festigkeitseigenschaft ist, im allgemeinen e i n e bestimmte mittlere Eigenschaft, en sprechend dem Höchstwert der Kurve, überwiegt, und daß al Abweichungen von diesem Mittelwert durch eine sehr große Za von Nebenumständen beeinflußt sind, von denen kein einzig einen entscheidenden Einfluß ausübt. Änderungen im Fab kationsgang können also höchstens eine Besserung dur engere Verteilung der Streuung oder eine Verschiebung d Maximums bewirken. Das durch die Kurven unmittelbar a gegebene Streuungsmaß kann ausgezeichnete Dienste bei d

Abb. 4. Aus zwei Zufallskurven zusammengesetzte Kurve mit zwei Höchstwerten.

Abb. 5. Aus zwei Zufallskurven zusammengesetzte asymmetrische Kurve.

Beurteilung von Laboranten, Feinmechanikern und ähnliche Berufen geben. Man wird sogar feststellen können, daß ei Laborant oft für ein bestimmtes Analysenverfahren größere Streu ungen zeigt als für ein anderes, weil er dafür mehr geeignet is und wird daher jeden Mann an den Platz stellen können, wo e am besten wirken kann.

Wird die untersuchte Eigenschaft nicht durch ein Ver fahren, dessen Einzelheiten jede für sich keinen ent scheidenden Einfluß ausüben, hergestellt, sondern etwa in zwe verschiedenen Verfahren, so ergeben sich Kurven nach Art de Abbildungen 3 bis 5. Jeder Umstand bzw. jedes Verfahren würd an sich wieder eine der Gaußschen ähnliche Kurve ergeben; da aber stets die Resultierende der Kurven betrachtet wird, so ent stehen solche mit einem spitzen Höchstwert, mit mehreren Höchst werten oder mit asymmetrischen Ästen.

In der Biologie wird dieses Verfahren angewendet, un durch Bestimmung der Häufigkeitskurven, beispielsweise de Durchmesser der Tiere, festzustellen, ob die untersuchte Tiere einer oder mehreren Arten entstammen. Bei der Messung der Länge von Streichhölzern findet man ebenfalls asymmetrische Kurven, die darauf zurückzuführen sind, daß die Länge des fertigen Streichholzes einmal von der S c h n i t t l ä n g e des Holzes und außerdem von der D i c k e des Zündkopfes abhängig ist. Entfernt man den Knopf vorsichtig durch Abklopfen und mißt dann wieder die Länge, so erhält man eine Häufigkeitskurve nach Art der Abb. 2.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß das hiermit gekennzeichnete Verfahren wertvolle Aufschlüsse bei der Feststellung der Einflüsse von Fabrikationsarten und bei der Unterscheidung von Baustoffen geben kann.

In diesem knappen Rahmen können die genaueren Anwendungsweisen der Großzahlforschung nicht ausführlich wiedergegeben werden. Es sei dazu auf die Werke von C z u b e r[1]) und zur Einführung auf das kleine Buch von T i m e r d i n g[2]) verwiesen. Die wenigen Beispiele, die sich rasch auf allen Ingenieurgebieten vermehren lassen, sollten nur die reichen Anwendungsmöglichkeiten des neuen Verfahrens im Ingenieurwesen bei der Untersuchung und Prüfung von Naturgesetzen, Beziehungen, Herstellungsverfahren, Maschinen und Menschen andeuten.

Die Großzahlforschung bildet vielleicht die oft gesuchte Brücke vom Praktiker zum Wissenschaftler. Die Erfahrung des Praktikers besteht ja nicht nur darin, daß er im Betrieb auch die seltener vorkommenden Erscheinungen schon beobachtet und ihre Behandlung gelernt hat, sein Gehirn stellt vielmehr eine Art statistische Auswertungsmaschine dar. Die zahlreichen Eindrücke, die vielleicht unbewußt von ihm aufgenommen wurden, machen sich nur in ihrem Gesamteindruck, d. h. mit der Großzahlforschung gesprochen, mit dem Höchstwert und dessen Verschiebung bemerkbar. Wenn diese unbewußte Statistik zahlenmäßig ausgewertet wird, so muß sie zu ungeahnten Erfolgen führen. Damit wird das neue Verfahren zum gegebenen Hilfsmittel für den wissenschaftlich arbeitenden Leiter jedes Großbetriebes und bietet uns ein wertvolles Gegengewicht gegen die materiellen Hilfsmittel ausländischer Industrieforschung. [1750]

[1]) „Die statistischen Forschungsmethoden", Wien 1921, L. W. Seidel & Sohn; „Wahrscheinlichkeitsrechnung", Berlin 1914 und 1921, B. G. Teubner.
[2]) „Analyse des Zufalls", Braunschweig 1915, Vieweg & Sohn.

RUNDSCHAU.

Metallhüttenwesen.

Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute.

Die Hauptversammlung der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute fand vom 9. bis 12. Juni in Breslau bei Beteiligung von etwa 900 Fachleuten statt. Dem Geschäftsbericht entnehmen wir, daß der Chemiker-Fachausschuß seine Arbeiten zur Festsetzung von Normalmethoden für Schiedsanalysen weitergeführt und so weit zum Abschluß gebracht hat, daß nunmehr in Kürze das erste Heft von „Mitteilungen des Chemiker-Fachausschusses der Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute" erscheinen wird. In diesem Heft werden allgemeine Richtlinien für die Probenahme und für Schiedsanalysen und die Normalverfahren für Schiedsanalysen zur Bestimmung von Zink, Blei, Kupfer, Nickel, Zinn, Antimon, Aluminium in Erzen und Hüttenerzeugnissen, zum Teil auch in Legierungen, sowie für die Untersuchung von Stahlhärtungsmetallen enthalten sein. Der Fachausschuß für Erzaufbereitung hat die bereits im Vorjahre angekündigte, von Prof. Dr. Schneiderhöhn verfaßte „Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten besonders im auffallenden Licht" inzwischen herausgegeben[1]).

Am Sonnabend dem 9. Juni nachmittags sprach Prof. Dr.-Ing. V. Tafel, Breslau, über einige am Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung in Neubabelsberg ausgeführte Untersuchungen über die Vorgänge bei der chlorierenden Röstung. Dieses Verfahren erscheint besonders berufen, den Metallinhalt sehr armer Erze und bisher als Abfallerzeugnisse auf die Halde geworfener Stoffe zu gewinnen, also bisher brachliegende Bestandteile unseres Volksvermögens nutzbringend zu verwerten.

Die Untersuchungen haben sich zunächst auf das Verhalten eines der wichtigsten Bestandteile kupferhaltiger Kiesabbrände, nämlich des Kupfersulfürs, gegenüber den gebräuchlichsten Chlorierungsmitteln (Chlornatrium, Chlorkalium und Chlorkalzium) beschränkt. Als praktisches Ergebnis hob der Redner u. a. hervor, daß es zur chlorierenden Röstung kupferhaltiger Stoffe durchaus nicht notwendig ist, die bisher vorgeschriebenen hohen Temperaturen von 500 bis 600° einzuhalten; vielmehr ist eine solche von 350 bis 375° nicht nur vollkommen ausreichend, sondern sogar wesentlich günstiger. Untersuchungen über das Verhalten von Schwefelzink sind noch im Gang und versprechen wertvolle Ergebnisse, besonders hinsichtlich der Gewinnung des Zinkgehaltes von Zinkmuffelrückständen.

Dr. Schober, Hamburg, sprach über die Verarbeitung von Metallösungen durch Fällung mit Kreide oder Kalkmilch. Prof. Dr. Endell, Charlottenburg, erörterte die neuzeitliche Prüfung von Zinkmuffeltonen und Zinkmuffeln. Deutsche, belgische und nordamerikanische Zinkmuffeltone, und zwar Fett- und Magertone, wurden einer eingehenden vergleichenden chemischen und physikalischen Prüfung unterzogen. Mehrere Zinkmuffelmassen aus der Praxis wurden auf ihr Verhalten unter Belastung bei hohen Temperaturen in einer neuen Vorrichtung geprüft. Dabei zeigte es sich, daß Muffelmassen, die als Schamotteanteil SiO_2-reiche Magertone enthalten, standfester im Feuer waren als solche mit hochtonerdereichem Magerungsmittel. Ferner wurden Versuche mit karborundhaltigen Massen mitgeteilt und weitere Prüfungen auf Wärmeleitfähigkeit und Schlackenangriff in Aussicht gestellt.

Prof. Dr. Groß, Breslau, sprach über Magnesit und Quarzschiefer zur Einführung für die Besichtigung der Weißenberg-Magnesitwerke, Schweidnitz, und der Vereinigten Crummendorfer Quarzschieferbrüche. Die Magnesitziegelindustrie in Schweidnitz geht bis auf das Jahr 1885 zurück. Der Rohstoff stammt aus Brüchen in Ungarn und besteht aus kristallinem Magnesit, der dort gebrannt und gereinigt wird. Er kommt dann nach Schweidnitz, wird hier zu Ziegeln verschiedenster Größe nach entsprechender Vorbehandlung und unter Anwendung von Druckwasserpressen geformt und schließlich gebrannt. Die Magnesitsteine sind der feuerfesteste basische Ofenbaustoff. Im Gegensatz zu den Magnesitsteinen sind die Erzeugnisse der Vereinigten Crummendorfer Quarzschieferbrüche Natursteine, ebenfalls von höchster Feuerfestigkeit, aber von saurem Charakter. Sie werden in offenen Steinbrüchen in der Form von großen Platten gewonnen und darauf mit Diamantsägen in die gewünschte Stückgröße zerteilt. Sie werden in der Metallhütten- und Eisenhüttenindustrie für Kesselfeuerungen und bei einer Reihe von chemischen Industrien verwendet.

Am Sonntag dem 10. Juni sprach Bergrat Dr. Berg, Berlin, über den

Erzbergbau in Schlesien.

Die Erzlagerstätten des Sudetengebietes sind deutlich von den Eruptivgesteins-Massiven der kristallinen Gebirgskerne abhängig, mit Ausnahme vielleicht des Schwefelkiesvorkommens von Rohnau, für das eine solche Abhängigkeit nicht wahrscheinlich ist. Die Kupfererze von Kupferberg, die Arsenerze von Rothenzechau, die Eisenerze von Schmiedeberg, die Schwefelkiese von Aupa und die ehedem abgebauten Vitriolerze von Schreiberhau stammen vom intrakarbonischen Granit des Riesengebirges. Auch für die komplexen arsenreichen, goldhaltigen Blei-Zink-Kupfer-Erze von Altenberg müssen wir wahrscheinlich eine in der Tiefe liegende Granitmasse als Urheimat der Metalle annehmen. Die Zinn- und Kobalterze von Giehren und Querbach gehören zur Gefolgschaft des älteren, jetzt meist als Gneis vorliegenden Isergebirgs-Granits. Die Kupfererze von Ludwigsdorf bei Görlitz sind Abkömmlinge des Lausitzer Granites, während man für die Kupfer führenden Spateisensteingänge von Kolbnitz wohl eine Abhängigkeit vom Striegau-Jauerschen Granit annehmen kann. Außerdem sind diese Erzabsätze ganz offensichtlich an die uralte tektonische Bruchlinie gebunden, an der sich jetzt der Sudetenrand entlangzieht. Ähnliches gilt von den spärlichen Blei-Silber-Erzen von Silberberg und Weistritz. Auch die Reichensteiner Gold-Arsen-Erze sind Kontakterzeugnisse eines Granitmassives. Bei Gottesberg und Gablau finden wir Schwerspatgänge mit geringen Mengen silberhaltigen Bleiglanzes an die Nachbarschaft großer Porphyreinschlüsse gebunden. Ohne Zweifel stammen auch die reichen Blei-Zink-Erzschätze Oberschlesiens aus den magmatischen Erdtiefen, doch haben selbst die tiefsten Bohrungen hier noch keinen Anhalt dafür ergeben, daß ein größeres Eruptivmagma vorhanden ist, nur die spärlichen Basaltvorkommen beweisen uns, daß sich auch in dieser Gegend vulkanische Vorgänge abgespielt haben. Die Frankensteiner Nickelerze finden sich in eruptiven Serpentinstöcken, doch waren es nicht die vulkanischen Nachwirkungen der Eruption, die das Erz absetzten, sondern erst bei der Verwitterung des Serpentins zu rostigen Kieselsäuremassen, dem sogenannten „roten Gebirge", wurde der geringe Metallgehalt des Gesteins zu abbauwürdigen Massen verdichtet. Aus dem Zerfall mittelrotliegender Melaphyrergüsse stammt wahrscheinlich der Kupfergehalt der Zechsteinschichten von Hasel und Neukirch und der oberrotliegenden Schichten von Nadorenz und Wernersdorf. Die Goldseifen von Goldberg sind durch die Verdichtung geringer Goldgehalte entstanden, die in kleinen arsenkiesigen Gängen und in Quarzlinsen die altpaläozoischen Schiefer der Umgebung von Schmottseifen durchschwärmen.

Geschichtlich ist der Goldberger Goldbergbau weitaus der älteste Schlesiens. Seine Blütezeit fällt noch in die Zeit von vor den Hussitenkriegen. Sehr alt ist auch der Schmiedeberger Eisensteinbergbau. Außerdem ist wohl an den Ausstrichen aller kleineren Erzvorkommen schon im Mittelalter gelegentlich gegraben worden. Eine bescheidene Blüte erlebte der schlesische Erzbergbau in der Reformationszeit sowie im Anfange des 18. Jahrhunderts, als die Folgen des 30jährigen Krieges überwunden waren. Altenberg, Gottesberg und Giehren waren in der Reformationszeit, Kupferberg im 18. Jahrhundert wichtige Bergwerksorte. Zu größerer Blüte gelangte der schlesische Bergbau erst durch die Fürsorge, die ihm Friedrich der Große nach dem Siebenjährigen Kriege angedeihen ließ, und durch die Sorgfalt, mit der Graf Reden das Werk des großen Königs fortführte und ausbaute. Vor allem nahm der oberschlesische Zinkerzbergbau am Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts einen gewaltigen Aufschwung. Nach der Gründung des Deutschen Reiches entwickelte er sich dann zu einer bedeutenden Großindustrie, die nun aber durch Wilsons Verrat und Frankreichs Haß der Begehrlichkeit des polnischen Nachbarn zum Opfer gefallen ist.

Prof. Dr. Kohlschütter, Bern, sprach über

die physikalisch-chemische Erforschung des Rauches als Grundlage seiner Bekämpfung und Verwertung.

Er schilderte, wie die physikalische Chemie den Rauch als Forschungsgegenstand anfaßt und wie weit sie ihn sich zugänglich gemacht hat. Zwischen Rauch und Nebel ist der Unterschied zu machen, daß der im Gasmittel verteilte Stoff beim Rauch fest, beim Nebel flüssig ist. Die Analyse des Bildungsvorgangs des Rauches gestattet, bestimmte physikalisch-chemische Umstände und Gesetzmäßigkeiten als Entstehungsbedingungen herauszuheben. Daraus ergibt sich zugleich ihre allgemeine morphologische Eigenart und die Besonderheit ihres innern Aufbaus von Fall zu Fall; der Aufbau wieder entscheidet über ihr optisches, mechanisches und elektrisches Verhalten, ihre Beständigkeit und die Veränderungen, die sie erfahren können. Denn die Beschaffenheit eines Rauches wird nicht in erster Linie von der Natur und Masse des darin verteilten Stoffes, sondern vor allem von der Art seiner mehr oder minder gleichmäßigen Verteilung (Dispersität) bestimmt. Die einzelnen Eigenschaften sind mehr oder weniger genau erfaßbar. Die Verfahren zur Beurteilung, Bekämpfung und Verwertung des Rauches knüpfen bewußt oder unbewußt an sie an. Die mannigfaltigen Verwicklungen aber, die einerseits durch das Ineinandergreifen der nur vom Zustand abhängigen Eigenschaften, anderseits durch deren Beziehungen zur besondern Stoffart entstehen, fordern die weitere theoretische und versuchsmäßige Durcharbeitung der Raucharten, denn von ihr hängt schließlich die praktische Beherrschung des Rauches ab.

Dr. Rosin, Freiberg i. Sa., sprach über

die Wärmewirtschaft der Metallhütten.

Die Eigenart jeder Industrie hat ihrer Wärmewirtschaft ein besonderes Gepräge aufgedrückt. Auch die Metallhütten haben ihre ganz eigene Wärmewirtschaft, die durch das Wesen ihrer wärmetechnischen Verfahren bedingt wird. Sie bedeutet die vollkommenste Durchführung der Verfahren mit der gerade zureichenden Wärmeform und Wärmeart. Um die Möglichkeiten des wirtschaftlichen Ausgleiches zu finden, muß man die Fragen beantworten: 1. Wie ist das ideale Wärmebild der Metallhütten? 2. Wie kann die Wärmewirtschaft der Metallhütten im praktischen Falle sein?

[1]) vergl. die Buchbesprechung Z. 1923 S. 580.

Die Hauptforderungen des metallurgischen Idealbildes sind: 1. günstigste Temperatur, 2. günstigste Wärme- bzw. Brennstoffart, 3. höchster Nutzwirkungsgrad der Öfen, 4. Mindestzeit, 5. Hintereinanderschaltung nach abnehmender Wärmeform. Für jedes Verfahren und jeden Ofen gibt es eine Temperatur- und Wärmebedarfskurve, und die Entwicklung wird auf Grund dieser Kurven zu zwangläufig gesteuerten Öfen führen.

Die tatsächliche Wärmewirtschaft ist ein Ausgleich zwischen den Forderungen des Idealwärmebildes und denen von Gesamtanlage, Beförderungswesen und Betrieb. Wärmewirtschaft setzt daher eine vollständige Beherrschung aller zusammenhängenden Fragen voraus und kann nur von der obersten Werkleitung durchgeführt werden. Der Wärmeingenieur ist für dieses Gebiet der Adjutant des Generaldirektors. Das wirtschaftliche Denken muß sich von oben herab bis zu den Arbeitern durchsetzen, denn Wärmewirtschaft und Menschenwirtschaft sind eng verknüpft.

An die Vorträge schlossen sich am Montag und Dienstag eine Reihe wertvoller Besichtigungen von Werken und Anlagen des Industriegebiets an. [M 460]

Aus dem Ausland.

Maschinentechnik.

Dampfkessel mit umlaufenden Wasserrohren.[1])

Schon bei den üblichen Dampfspannungen muß durch einen durch die Bauart des Kessels mehr oder weniger erzwungenen Wasserumlauf dafür gesorgt werden, daß die entstehenden Dampfbläschen von den Heizflächen losgerissen werden, da sonst der Wärmedurchgang behindert wird. Ganz besonders ist dies aber erforderlich bei sehr hohem Dampfdruck. Eine eigenartige Lösung der Aufgabe stellt der Kessel von Blomquist dar, der aus wenigen rasch umlaufenden Wasserrohren besteht, deren Querschnitt Abb. 1 und 2 zeigen. Um rd. 7500 kg Dampf von 105 at stündlich zu erzeugen, sind nur acht solcher Rohre mit 304 mm äußerem Dmr. erforderlich, die auf 3,4 m Länge dem Feuer ausgesetzt sind. Die Rohre haben 20 mm Wandstärke und werden mittels Stirnräder durch einen 8 PS-Elektromotor mit 330 Uml./min gedreht. Das Speisewasser wird durch das 38 mm weite Rohr *a* zugeführt, der Dampf durch das Rohr *b* am anderen Ende entnommen. Beide werden durch lange Stopfbüchsen abgedichtet, denen in der Mitte der Packung Drucköl zugeführt wird. Die Packung soll bereits 12 Monate in ununterbrochenem Betrieb gehalten haben. Der eingeschraubte und mit dem Kesselrohr verschweißte Kopf an der Dampfentnahmeseite läuft in einem Rollenlager, das eine ungehinderte Längsausdehnung ermöglicht. Das Speisewasser wird, wie aus der Abbildung zu ersehen ist, durch einen durch *c* gebildeten schmalen Ringspalt zugeführt. In der Zuführung sind Schaufeln eingebaut, die ähnlich wie die Schaufeln an Kreiselpumpen wirken und dazu dienen, einen Druckunterschied zwischen dem Wasser im Rohr *a* und im Kesselrohr zu erzeugen. Die mit letzterem umlaufenden Bleche *d* nehmen den Wasserinhalt bei Ingangsetzen des Motors sofort mit. Einen Doppelkessel für die doppelte der oben angegebenen Leistung zeigen Abb. 3 und 4. Zu beiden Seiten des Feuerraumes sind je ein Niederdruckvorwärmer *a* für 10 at, ein Hochdruckvorwärmer *b* und ein Überhitzer *c* für 370° C Dampftemperatur eingebaut.

Abb. 1 und 2. Querschnitte durch die Wasserrohre des Blomquist-Kessels

Abb. 3 und 4. Blomquist-Doppelkessel.

Bemerkenswert ist auch der Speisewasserregler. Bei dem geringen Wasserinhalt ist eine genaue selbsttätige Wasserzuführung unbedingt erforderlich. Es muß während des Betriebes eine bestimmte Dicke der Wasserschicht in den Rohren eingehalten werden. Dazu dient der Regler nach Abb. 5. Auf die Oberseite der Glocke *a* wirkt der Dampfdruck, auf die Unterseite der infolge der Wirkung der oben erwähnten Schaufeln in der Wasserzuführung veränderliche Wasserdruck. Je nach der Stellung der in Quecksilber tauchenden Glocke wird ein Umlaufventil in der Speisewasserzuleitung geöffnet oder geschlossen. Die Räume unter und über der Glocke sind vollständig mit kaltem Wasser gefüllt. Auch der Wasserstandsanzeiger *b* zeigt den Druckunterschied zwischen Dampf und Speisewasser an. Eine weitere Sicherheitsvorrichtung ist aus Abb. 2 zu erkennen. An der Dampfentnahmeseite ist ein Fühlhebel *e* angebracht, der jede Verlängerung des Kesselrohres anzeigt. Sobald infolge mangelhafter Reinigung des Speisewassers ein Kesselsteinbelag den Wärmedurchgang vermindert, wird die Temperatur der Rohrwand steigen und das Rohr sich mehr ausdehnen als im regelrechten Betrieb. Der Kesselwärter kann somit erkennen, wann die Rohre gereinigt werden müssen.

Abb. 5. Speisewasserregler.

Es sollen mit diesem Kessel 300 bis 500 kg Dampf auf 1 m² Heizfläche stündlich erzeugt werden können. Eine Kesselanlage ist in einer Zuckerraffinerie in Gotenburg seit Dezember 1921 in Betrieb. [1718]

(„Power" 13. Februar 1923) Fr.

[1]) Vergl. Z. 1921 S. 633.

Prüfung von Sicherheitsreglern im Betriebe.

Das übliche Verfahren, Sicherheitsregler, insbesondere für Turbinen, dadurch zu prüfen, daß man die Kraftmaschinen vorübergehend mit Übergeschwindigkeit laufen läßt, wird wegen seiner Gefahren verhältnismäßig selten benutzt. Die Westinghouse Co. hat daher ihren Sicherheitsregler für Dampfturbinen so eingerichtet, daß man ihn auf seine Wirksamkeit hin prüfen kann, auch wenn die Turbine langsam läuft. Der Regler besteht aus einem Bolzen, der in einer quer durch die Turbinenwelle gebohrten Öffnung geführt ist und durch die Fliehkraft nach außen getrieben wird. Der Bolzen tritt dann aus der Welle der Turbine hervor und löst einen Anschlag für ein Ölsteuerventil aus, welches das Dampfventil schließt. Die Bewegung des Bolzens wird durch eine einstellbare Feder geregelt. Um die Vorrichtung auf ihre Wirksamkeit hin zu prüfen, kann man Öl unter den Bolzen einführen und dadurch die Wirkung der Feder verstärken. Der Druck des Öles, der erforderlich ist, um den Bolzen bis in die Auslösestellung vorzutreiben, ist zugleich ein Maß für die Einstellung der Feder. („Engineering" Bd. 115 1. Juni 1923) [M 452]

Kraftanlagen.

Die Wasserkraftanlagen Oberitaliens.

Der Ausbau der reichen Wasserkräfte Norditaliens ist in den letzten Jahren sehr gefördert worden. Von den bereits ausgebauten rd. 2 000 000 PS Gesamtwasserkräften Italiens bilden die am Südabhang der Alpen weitaus den größten Teil. Im Venezianischen wird die größte dieser Wasserkräfte durch die z. T. ausgeführte, z. T. im Bau begriffene Anlage Piave-S. Croce-Livenza ausgebeutet. Unter Überwindung großer Schwierigkeiten wurde hier zwischen den beiden Flüssen Piave und Livenza eine fast 27 km lange Kraftwasserleitung von NW nach SO in der Richtung zum Meere geschaffen, Abb. 6 und 7. Sie erstreckt sich auf drei Provinzen (Belluno, Treviso, Udine) und benutzt vier natürliche Seen: Lago di San Croce, Lago Morto, Laghetto Restello und Lago Negrisiola, sowie den künstlichen Lago Caneva. Diese Seen

Abb. 6 u. 7. Lageplan und Längsprofil der Wasserkraftanlage Piave-Livenza.

a Wasserentnahme am Piave 385 m ü. M., *b* offener Zuflußkanal, *c* Lago S. Croce 379 bis 360 m ü. M., *d* zwei Druckstollen für zusammen 100 m³/s, *e* Kraftwerk Fadalto 165 500 PS, *f* Lago Morto, *g* Druckstollen für 60 m³/s, *h* Kraftwerk Nove 89 000 PS, *i* Laghetto Restello, *k* Kraftwerk S. Floriano 6400 PS, *l* Lago di Nigrisiola, *m* Kanal, *n* Kraftwerk Castelletto 8000 PS, *o* Dücker, *p* künstlicher See Caneva 152 bis 148 m ü. M., *q* Kraftwerk Caneva 60 000 PS.

wurden mittels Durchbohrung zwischenliegender Gebirge verbunden. Hierdurch entstanden fünf Gefällstufen mit den Kraftwerken Fadalto, Nove, S. Floriano, Castelletto und Caneva. Das Gesamtbruttogefälle beträgt 345 m, die effektive Gesamtleistung 300 000 PS.

Der als Staubecken dienende Lago di S. Croce von rd. 120 Mill. m³ Wasserinhalt wird teils aus natürlichen Zuflüssen aus dem Einzuggebiet, teils aus dem Piave durch einen 8,5 km langen offenen Kanal gespeist. Von diesem Stausee führen zwei 2,44 und 2,35 km lange Druckstollen eine mittlere Wassermenge von 100 m³/s zum Hauptwerke Fadalto, dessen Turbinen in den Lago Morto ausgießen. Von diesem führt ein Druckstollen für 60 m³/s zu den Werken Nove und S. Floriano. Von dem unterhalb S. Floriano liegenden See geht ein Teil des Kraftwassers zum Werk Castelletto, ein andrer zum Werk Caneva. Die Gefäll- und Leistungsverhältnisse der fünf Werke zeigt Zahlentafel 1.

Zahlentafel 1.

Kraftwerk	Gefälle m	Turbinen		Leistung PS
Fadalto	104	im Betrieb	3 × 4 500	13 500
		„	1 × 8 000	8 000
		im Bau	2 × 24 000	48 000
		geplant	4 × 24 000	96 000
Nove	96	im Betrieb	2 × 4 500	9 000
		„	1 × 8 000	8 000
		im Bau	1 × 24 000	24 000
		geplant	2 × 24 000	48 000
S. Floriano	14	im Betrieb	2 × 1 600	3 200
		geplant	2 × 1 600	3 200
Castelletto	60	im Betrieb	2 × 4 000	8 000
Caneva	110	geplant	3 × 20 000	60 000

Neben den älteren Turbinen bis zu 8000 PS Einzelleistung werden in den Werken Fadalto und Nove liegende Francis-Zwillingsturbinen von je 24 000 PS mit zentralem Saugrohr eingebaut, für 90 bis 100 m Gefälle, 23 m³/s Wassermenge und 420 Uml./min. Die Dynamos liefern Drehstrom von 42 Per./s mit vorläufig 6000 bis 6600 V Spannung. Das gespeiste Elektrizitätsnetz soll mit 55 000 bis 110 000 V betrieben werden. Ein großer Teil des erzeugten Stromes wird von der stark entwickelten Industrie verbraucht, ein andrer zum elektrischen Antrieb der Pumpen zahlreicher Entwässerungsanlagen.

Eine weitere große Kraftanlage ist in Piemont nahe bei Turin in dem Werke Venaus entstanden. Dort werden gegenwärtig drei Freistrahlturbinen von je 26 000 PS bei 1020 m Gefäll eingebaut mit nur einer Düse von 210 mm Dmr., entsprechend einem 155 mm dicken Wasserstrahl bei 2,46 m³/s Schluckfähigkeit. Die Laufräder, Abb. 8, haben 2920 mm äußern Dmr., wiegen rd. 10 000 kg und machen 500 Uml./min, entsprechend 76 m/s Umfangsgeschwindigkeit. (Schweizerische Bauzeitung, 12. Mai 1923.) [1788] Sd.

Verkehrswesen.

Die elektrische Zugförderung der italienischen Eisenbahnen.

Wie wir der ETZ vom 3. Mai 1923 entnehmen, beträgt die gegenwärtige Streckenlänge der elektrisch betriebenen Eisenbahnen in Italien 528 km[1]). Sie soll im Laufe dieses Jahres noch auf 770 km gebracht werden. Eine Übersicht über die zur Elektrisierung in Aussicht genommenen Strecken enthält Zahlentafel 2, die zugleich ein Bild von der zielbewußten und fruchtbaren Arbeit der italienischen Eisenbahnverwaltungen, insbesondere der Staatsbahnen, auf dem Gebiete des elektrischen Bahnbetriebes gibt.

In Oberitalien wird Drehstrom von niedriger Frequenz, der sich

Abb. 8. Laufrad der 26 000 pferdigen Venaus-Turbine für 1020 m Gefäll und 2,46 m³/s Schluckfähigkeit.

s. Z. aus dem Bau der ersten Fahrzeuge ergab, beibehalten. Für Mittelitalien will man Drehstrom-Kraftübertragungen mit gewöhnlicher Periodenzahl anwenden, während in Süditalien hochgespannter Gleichstrom in Aussicht genommen ist. Die neuen Lokomotiven, von denen die erste mit 3000 PS Leistung in Betrieb genommen ist, sind für Gebirgsstrecken und Güter- sowie Schnellzüge bestimmt. Die meisten dieser Strecken haben größte Steigungen von 26 bis 27 vT, einige solche bis 35 vT.

Zahlentafel 2. Für den elektrischen Betrieb in Aussicht genommene Bahnen Italiens.

Linien	Länge in km		Stand der Arbeiten
Mailand-Piacenza-Bologna		215	Umbau beschlossen
Mailand-Chiasso		52	„
Vogliera-Rogoredo		54	„
Vogliera-Broni-Piacenza	55	68	„
Broni-Bressana	13		
Sampierdarena-Ovada-Alessandria		70	„
Calolzio-Bergamo	26	44	„
Usmate-Ponte S. Pietro	18		
Parma-Vezzano	111		
Fornovo-Borgo S. Donnino	24	158	„
S. Stefano-Sarzana	7		
Aulla-Monzone	16		
Genua-Spezia-Pisa		164	im Umbau
Pisa-Livorno	19		
Pisa-Florenz	79		
Pisa-Lucca	24	233	Umbau beschlossen
Viarreggio-Pistoio	66		
Lucca-Castelnuovo-Garfagnana	45		
Florenz-Bologna-Faenza-Florenz		283	im Umbau
Bologna-Verona-Brenner		360	Umbau beschlossen
Bologna-Padua-Mestre-Portoguaro-Monfalcone-Triest		294	„
Mestre-Venedig		8	„
Monfalcone-Görz		21	„
Triest-Opcina-Görz-Piedicolle	108		
Prevacina-Aidussina	15		
Triest-Nabresina-S. Pietro del Carso-Postumia	107	290	„
S. Pietro del Carso-Fiume	60		
Rom-Cecchina-Neapel		113	„
Cecchina-Nettuno		27	im Umbau
Rom-Tivoli		40	„
Foggia-Benevento		101	Umbau beschlossen
		2595	

[1]) s. a. Z. 1919 Bd. 63 S. 618.

Die neuen Lokomotiven sind von der „Ing. Nicola Romeo Co.“ in Mailand entworfen und gebaut worden. Sie haben fünf Triebachsen, zwei Drehstrommotoren von je 1500 PS und wiegen 75 t. Die beiden Motoren sind durch den bekannten Dreieckrahmen miteinander gekuppelt und treiben unmittelbar die mittlere Triebachse, mit der jederseits zwei weitere Triebachsen gekuppelt sind. Mit Polumschaltung und Reihen-Einzelschaltung werden die Geschwindigkeitsstufen 15,5, 25, 33 und 50 km/h erreicht. Die Motoren haben 2 mm Luftspalt, ihre Lager sind sämtlich von außen zugänglich. Zum Anlassen dienen Flüssigkeitswiderstände, die mittels Druckluftschalter betätigt werden. Die Hilfsströme von 100 V Spannung für Luftpumpe, Ventilatoren zur Kühlung der Motoren usw. werden durch zwei auf der Lokomotive angebrachte Transformatoren geliefert.

Die Lokomotiven haben nur einen Führerstand auf einer Kopfseite. Alle Schalteinrichtungen sind also nur einmal vorhanden. In der Mitte der Lokomotive liegt der Hochspannungsraum, am andern Kopfende sind die Hilfseinrichtungen untergebracht. Der Wirkungsgrad der Motoren ist bei Regellast 85 bis 97 vH, cos φ bei Einzelschaltung beträgt 0,75 bis 0,85. Die Anfahrzugkraft entspricht ¼ des Reibungsgewichtes. Zwei weitere Lokomotivreihen für Fahrgeschwindigkeiten von 75 bis 100 km/h sind bei der Romeo Co. in Bau. [M 454] Sd.

Phasenumformer-Lokomotive von 4000 PS der Norfolk-Westernbahn (Vereinigte Staaten von Amerika).

Die Doppellokomotiven dienen dazu, 3250 t schwere Kohlenzüge auf einer Steilrampe mit 20 vT Steigung von 24 km Länge mit 22,5 km/h Geschwindigkeit an Stelle der früher benutzten Dampflokomotiven mit zusammen 16 Triebachsen und nur 9,5 km/h zu befördern. Sie werden mit einphasigem Wechselstrom von 25 Per./s gespeist und in der Weise betrieben, daß der von der Fahrleitung abgenommene Wechselstrom von 11 000 V mittels Transformators auf die Spannung des Synchron-Phasenumformers gebracht und sodann mittels Scottscher Schaltung in Drehstrom umgewandelt wird.

Der Phasenumformer hat zu diesem Zweck eine zweiphasige Ständerwicklung, deren zweite Wicklung um 90° gegen die Transformatorspannung versetzt und mit einer Phase der Antriebmotoren verbunden ist[1]); die beiden andern Motorphasen sind in Scottscher Schaltung an die Niederspannungsklemmen des Transformators angeschlossen. Der Umformer wird mittels eines kleinen Kollektormotors angelassen, der an die Läuferschleifringe angeschlossen ist; nach dem Anlassen liefert dieser Motor den erforderlichen Erregerstrom für den Umformer. Die Transformatoren haben eine vollständige Ölrückkühlanlage mit Pumpe und Ventilator.

Die Doppellokomotive wird durch 2 × 2 Drehstrom-Induktionsmotoren von je 1000 PS Leistung angetrieben, die mittels beiderseitiger Zahnradgetriebe von 1 : 4,76 Übersetzung über eine Blindwelle die Achsen in der Achsfolge 1 BB 1 antreiben. Die Fahrgeschwindigkeit wird mittels Polumschaltung 4 : 8 auf 22,5 oder 45 km/h geregelt; die Dauerzugkraft beträgt 40,8 t, die Anfahrzugkraft 76 t. Die Motoren werden über Flüssigkeitswiderstände angelassen, deren Tauchtiefe auf elektrischem Wege verändert wird. Zur Steuerung dienen elektrisch betätigte Drucklufteinzelschalter für den Transformator, Phasenumformer und Umkehrschalter, während die Geschwindigkeits- und Kurzschlußschaltung durch einen Gruppenschalter erfolgt. Das Dienstgewicht der Lokomotive beträgt 405 t, wobei alle 8 Triebachsen von 1,56 m Raddurchmesser je 32 t Achsdruck übertragen.

Ähnliche Lokomotiven der Westinghouse Co. (Achsfolge E 1) von 4800 PS Leistung und für 60 km/h Höchstgeschwindigkeit sind seit 1919 auf der Pennsylvaniabahn für Personenzüge im Betriebe; sie befördern 4000 t schwere Züge auf gleichfalls 20 vT Steigung. (Electric Railway Journal 1922 Bd. 60 S. 1012) [M 456] Rb.

Kautschuk als Straßenpflaster.

Wie die Zeitschrift „The Engineer“ vom 13. April 1923 berichtet, wird in Manchester die Zufahrtstraße einer der großen Gummifabriken mit Kautschuk gepflastert. Statt der bisher benutzten Würfel, die wie die bekannten Holzstöckel verlegt werden, sollen rd. 50 mm dicke und 270 kg schwere Platten zur Anwendung kommen, die sich nicht so leicht verschieben oder vom Untergrund abheben können. Dieser wird aus Beton hergestellt. Zur Verstärkung des Belages dienen Stahlstäbe, die so angeordnet sind, daß sie die Weichheit des Pflasters nicht beeinträchtigen. Die günstigste Breite der Kautschukplatten soll die Erfahrung mit verschieden breiten Platten ergeben. [M 398]

[1]) Vergl. Elektrotechnik und Maschinenbau 1919, Bd. 37 S. 440 und 1921, Bd. 39 S. 91. Die neuen Lokomotiven befördern täglich 75000 t, was einer Leistung von 30 und mehr Malletdampflokomotiven entspricht.

Elektrotechnik.

Eine neue Blitzschutzvorrichtung mit selbsttätiger Ventilwirkung

der Westinghouse Co. beschreibt A. L. Atherton[1]). Zum Schutze der Werkeinrichtungen gegen Überspannungen sollen die Blitzschutz- und Überspannungs-Vorrichtungen folgenden Anforderungen entsprechen:

1. Die Durchschlagspannung muß unterhalb der Sicherheitsgrenze der Isolierung liegen.
2. Der Entladewiderstand oder die Impedanz (induktiver Widerstand) der Blitzschutz-(Überspannungs-)vorrichtung soll so bemessen sein, daß die Entladespannung unterhalb der Sicherheitsgrenze liegt.
3. Die Blitzschutzvorrichtung muß stets wirksam sein.
4. Ihre Betätigung darf keine Störung des Betriebes hervorrufen.
5. Die Anordnung muß wirtschaftlich sein, d. h. die Kosten der Einrichtung müssen geringer sein als jene der Schäden infolge von Überspannungen an ungeschützten Anlagen.

Der in Amerika übliche Elektrolytableiter (Aluminiumzellen) entspricht wohl den ersten vier Bedingungen, jedoch nicht der fünften, da die Anlage- und Instandhaltungskosten so hoch sind, daß diese Schutzvorrichtung nur in größeren Anlagen verwendbar ist und überdies eine ständige Wartung erfordert. Diese Nachteile sollen durch einen neuartigen Ableiter von einfacher Bauart mit einer einstellbaren Elektroden-Funkenstrecke vermieden werden.

Die Überschlagspannung wird durch dünne Glimmerplättchen, Abb. 9, zwischen den Elektroden gleichbleibend gehalten. Der Überschlag erfolgt an den Rändern der Abstandplättchen infolge der Randentladung bei entsprechend niedriger Entladespannung. Wenn die Elektroden kühl genug gehalten werden, geht die Lichtbogenentladung in der Luft in eine ständige Glimmentladung über, deren Überschlagspannung bei 350 V liegt. Die Entladestromstärke ist dabei proportional der Spannungserhöhung und sinkt bei 350 V auf Null herab; die Funkenstrecke hat somit eine selbsttätige Ventilwirkung.

Abb. 9. Ableiterelektroden mit Abstandplättchen (vergrößert).

Abb. 10. Einheitsglied für Ableiter größerer Leistung.

Abb. 11. Ableitersäule einer 37 kW-Drehstromleitung.

Die in der Praxis übliche Form der neuen Blitzschutzvorrichtung besteht aus einem oder mehreren Sätzen von Elektrodenscheiben und Glimmerplatten; sie bilden eine Reihe von Ventilfunkenstrecken, deren Zahl der Leitungsspannung entspricht. Die Oberfläche der Scheibenelektroden ist so bemessen, daß die Vorrichtung den erforderlichen Widerstand aufweist. Ableiter für größere Leistungen werden aus mehreren Einheitsgliedern für je 3000 V zusammengesetzt, Abb. 10, die je vier Scheibenreihen von rd. 50 mm Dmr. in einer Porzellandose enthalten. Einen solchen Ableiter für eine Phase einer 37 kV-Drehstromleitung zeigt Abb. 11. Die Säule ist zwischen Leitung und Erde über eine Funkenstrecke in Reihe geschaltet. Statt der Schaltung mit gesonderter Erdmitleitung und vier Ableitern können drei Säulen für die volle Leitungspannung ohne Erdleitung eingebaut werden. Für Verteilnetze mit Blitzschutzgeräten für niedrige Leistung bei kleiner Oberfläche wird eine einfachere Bauart für 2500, 7500 und 15 000 V benutzt, mit nur einem Satz Scheibenelektroden, deren Widerstand jedoch viermal so groß ist wie bei der Bauart für hohe Leistung.

Zweijährige Prüfraumversuche und 500 Probeanlagen im Freien sollen die Leistungsfähigkeit und Dauerhaftigkeit der neuen Blitzschutzvorrichtung erwiesen haben. [1752] Rb.

[1]) „Electrical World“ 17. Februar 1923.

WIRTSCHAFTLICHE UMSCHAU.

Die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten seit dem Jahre 1922.

Nach einer vom „American Iron and Steel Institute" veröffent-
..en Statistik betrug die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten
..ahre 1922 insgesamt 27 655 422 t (zu 1000 kg) und hatte damit eine
..hme von 10 700 286 t oder 63,11 vH gegenüber der Erzeugung des
..es 1921 zu verzeichnen[1]). Die Erzeugung während der letzten drei
..e ist aus Zahlentafel 1 ersichtlich.

Zahlentafel 1.

..ahr	Roheisenerzeugung im 1. Halbjahr t	2. Halbjahr t	ganzen Jahr t
..920	18 730 572	18 786 231	37 516 803
..921	9 683 477	7 271 659	16 955 136
..922	12 386 067	15 269 355	27 655 422

..Von der gesamten Roheisenerzeugung waren 6 605 879 t oder
..,vH zum Absatz bestimmt, während 21 049 543 t oder 86,3 vH von
..Erzeugern selbst zur Weiterverarbeitung Verwendung fanden.
..Der weitaus größte Teil der Roheisenerzeugung, nämlich 99,2 vH,
..e in Kokshochöfen erblasen. Die zur Roheisenerzeugung verwen-
.. Brennstoffe sowie die Anzahl der Hochöfen ist aus Zahlentafel 2
..tlich.

Zahlentafel 2.

..rwendeter ..rennstoff	Zahl d. in Betrieb befindl. Hochöfen am 31. 12. 1922	am 30. 6. 1922	Zahl der Hochöfen am 31. 12. 1922 in Betrieb	außer Betr.	insgesamt	Erblasenes Roheisen 1922 t
..o	121	191	251	165	416	27 427 096
..razit . . .	—	—	—	5	5	—
..ohle . . .	4	10	12	16	28	228 326
insgesamt .	125	201	263	186	449	27 655 422

..Getrennt nach Roheisensorten gestaltete sich die Erzeugung sowie
..erhältnismäßige Anteil der einzelnen Sorten an der Gesamterzeugung
..olgt:

Zahlentafel 3.

Sorten	Erzeugung 1921 t	vH	1922 t	vH
..isen für d. basische Verfahren	7 877 120	46,46	14 062 829	50,85
..mer- und phosphorarmes ..heisen	5 684 738	33,53	7 938 214	28,70
..reiroheisen einschließl. ..rosilizium	2 609 226	15,39	4 040 054	14,61
..isen für Temperguß	464 657	2,74	1 068 319	3,86
..elroheisen	114 552	0,67	217 637	0,79
..eleisen	57 326	0,34	74 618	0,27
..mangan	105 415	0,62	152 517	0,55
..ges Roheisen	42 102	0,25	101 234	0,37
insgesamt . .	16 955 136	100,00	27 655 422	100,00

..Über die Zahl der Hochöfen und die Roheisenerzeugung in den
..nen Staaten gibt Zahlentafel 4 Aufschluß:

Zahlentafel 4.

..Staaten	Zahl der Hochöfen in Betrieb 30. 6. 1922	am 31. 12. 1922 in Betrieb	außer Betrieb	insgesamt	Erzeugung von Roheisen (einschl. Spiegeleisen, Ferromangan, Ferrosilizium usw.) 1921 t	1922 t
..ylvanien .	69	90	70	160	6 352 810	9 887 497
.. . .	41	58	22	80	3 860 407	6 587 909
..a, Michi-..	21	27	2	29	1 923 909	2 770 355
..is	16	18	8	26	1 637 826	2 667 248
..ma . . .	22	25	18	43	1 226 727	2 266 309
..York, New ..sey . . .	14	16	15	31	984 159	1 800 682
..virginien, ..tucky, Ge-..ia, Texas	4	4	13	17	268 995	467 676
..sota, Wis-..sin	5	7	3	10	230 493	387 126
..uri, Colora-..owa, Wash-..ton, Kali-..nien . . .	3	3	6	9	229 986	270 983
..and . . .	4	4	3	7	149 544	422 647 (zusammen mit der folgenden Zeile)
..nien . . .	0	4	13	17	68 315	
..ssee . .	2	6	11	17	19 791	125 889
..chusetts, ..necticut .	0	1	2	3	2 174	1 101
..sammen .	201	263	186	449	16 955 136	27 655 422

[1]) Vgl. „Stahl und Eisen", 1923, Nr. 9, 15 u. 19.

Die Aufwärtsbewegung der amerikanischen Roheisenerzeugung setzte sich auch im Jahre 1923 fort. Die gesamte Roheisenerzeugung betrug im Januar 3 279 878 t (darunter 31 917 t Ferromangan und Spiegeleisen), im Februar 3 037 656 t (25 468 t) und im März 3 578 252 t (35 115 t). Da große Nachfrage nach Roheisen — auch von Europa — besteht, die Preise kräftig anziehen, für baldige Lieferungen sogar Prämien von 5 bis 6 $/t gezahlt werden, ist mit einer weiteren Steigerung der Roheisenerzeugung in den Vereinigten Staaten zu rechnen. [W 206]

Der Ruhrkohlenbergbau im Jahre 1922.

In dem Wiederaufstieg der Förderung des Ruhrbezirks ist im letzten Jahr eine starke Verlangsamung eingetreten; die Förderung war bei 97,3 Mill. t nur 3,2 Mill. t oder 3,43 vH größer als im Vorjahre, das seinerseits gegen 1920 einen Zuwachs um annähernd 6 Mill. t oder 6,64 vH gebracht hatte. Hinter der Gewinnung vom Jahre 1913 ist die letztjährige Förderung noch um 17 Mill. t oder 15,02 vH zurückgeblieben, dagegen hat die Kokserzeugung, die 1922 gegen das Vorjahr eine Steigerung um 1,9 Mill. t erfuhr, mit 25 Mill. t die Gewinnung vor dem Kriege um ein Geringes überholt; gegen die im Kriege verzeichnete Höchstziffer von 26,9 Mill. t ergibt sich aber immer noch ein Abstand von 1,8 Mill. t. Im Gegensatz zur Koksgewinnung war die Preßkohlenerzeugung im letzten Jahre kleiner als im Jahre 1913, und zwar um 736 000 t oder 14,86 vH. Im einzelnen unterrichtet die folgende Zahlentafel über die Entwicklung der Gewinnung des Ruhrbezirks in den Jahren 1913 bis 1922.

Gewinnung und Belegschaft im Ruhrbezirk 1913 bis 1922.

Jahr	Gesamtförderung bzw. Erzeugung in 1000 t: Steinkohle	Koks	Preßkohle	Arbeitstägliche Förderung bzw. Erzeugung: Steinkohle t	Koks t	Preßk. t	Gesamtbelegschaft[1])
1913	114 550	24 958	4954	379 840	68 377	16 439	409 182
1914	98 260	20 779	4292	325 634	56 930	14 224	382 869
1915	86 795	20 483	4319	287 638	58 329	14 314	317 879[2])
1916	94 164	26 282	3943	312 838	71 074	13 101	371 446[2])
1917	99 081	26 867	3697	327 244	73 607	12 210	424 632[2])
1918	95 977	26 872	3671	317 280	73 622	12 136	435 763[2])
1919	70 946	17 226	2800	235 701	47 195	9 302	432 083[2])
1920	88 256	20 390	3635	291 755	55 709	12 017	496 559
1921	94 115	23 146	4372	311 381	63 414	14 466	547 330
1922	97 346	25 052	4218	322 873	68 634	13 990	552 188

Neben der Gesamtgewinnung ist in der Zahlentafel auch die arbeitstägliche Gewinnung zur Darstellung gebracht. Sie war im Berichtsjahre bei Kohle mit 322 873 t um 56 967 t kleiner als 1913, dagegen um 11 492 t größer als im Vorjahre; für Koks sind die entsprechenden Zahlen + 257 und + 5220 t, für Preßkohle — 2449 und — 476 t. Ferner werden in der Zahlentafel auch Angaben über die Entwicklung der Belegschaft gemacht. Diese zeigt im letzten Jahre nur einen geringen Zuwachs: mit 552 000 Mann war sie um 4900 Mann größer als im Vorjahre; gegen 1913 ergibt sich die sehr erhebliche Steigerung um 143 000 Mann oder 34,95 vH. („Glückauf" 1923 Nr. 23.) [W 220]

Der deutsche Maschinenbau im Mai 1923.

Die Lage des deutschen Maschinenbaues ist neben den unmittelbaren Wirkungen des Ruhreinbruches durch die erneute Einstellung auf das Sinken der Währung gekennzeichnet. Der Beschäftigungsgrad der Maschinenindustrie ist schwach, doch versucht man durch Anfertigung auf Vorrat — soweit sie nicht durch Materialknappheit, Kapitalmangel oder Kreditnot gehemmt wird — sowie durch Verkürzung der Arbeitzeit Entlassungen vorzubeugen. Es werden Verkürzungen bis auf 2 und 3 Arbeitstage in der Woche vorgenommen. Ausstände und Aussperrungen waren nicht zu verzeichnen, wohl überall Lohnbewegungen. Mangel an Roh- und Brennstoffen wird zwar befürchtet, ist aber tatsächlich bislang nur in wenigen Fällen eingetreten; die Versorgung war im ganzen die gleiche wie im Vormonat. Der Auftragseingang wird mit Besorgnis beobachtet. In neuester Zeit ist allerdings infolge der Markentwertung eine gewisse Belebung zu erkennen. Hoffentlich wirkt ihr nicht ein zu starkes Steigen der Roh- und Halbstoffpreise entgegen. Es würde umso ernstere Folgen haben, je mehr der Beschäftigungsgrad hinter der Leistungsfähigkeit der Werke zurückbleibt. Jedenfalls scheint die Frage der Auftragserteilungen für die wirtschaftliche Lage z. Z. wichtiger zu sein als die der Rohstoffversorgung, die früher das Bild beherrschte. Infolge der Rückwirkung der politischen Verhältnisse auf die Wirtschaft ist ein Urteil über die weitere Entwicklung kaum möglich. [W 222]

[1]) Vgl. „Stahl und Eisen" 1923, Nr. 9, 15 u. 19.

[1]) Für die Jahre 1913 und 1914 ohne Kranke und Beurlaubte einschl. techn. Beamte, für 1915 bis 1922 einschl. Kranke und Beurlaubte ohne techn. Beamte.

[2]) Einschl. Kriegsgefangene, deren Zahl 1915: 12 708, 1916: 49 361, 1917: 56 602, 1918: 54 952, 1919: 88 betrug.

Amerikanische Konjunkturtafeln.

1. Absolute Werte.
Sortenbezeichnungen und Erklärungen s. Z. 1922 S. 99.

Letzte Werte:

Kohle	am 29. Mai	4,75	£/ton
Eisen	am 29. „	57,50	£/ton
Kupfer	am 20. Juni	15,12	c/lb
Baumwolle	am 20. „	27,65	c/lb
Pfd. Sterl.	am 20. „	4,6125	$/£
Mark	am 20. „	0,000862	$/M

Der Eisenpreis ist unverändert geblieben. Der Preis für Kohle ist weiter gesunken; gegenüber einem Stand von 7,50 $/ton Mitte März betrug er Ende Mai nur noch 4,75 $/ton. Während der Baumwollpreis schon seit dem 7. Mai aufsteigt, hat sich der Kupferpreis noch bis Ende Mai in absteigender Richtung bewegt, um seit Anfang Juni wieder anzuziehen. Die Börsenkennzahl ist von 1406 Ende April bis auf 1327 Mitte Juni gefallen.

2. Verhältniswerte
(Werte von 1913 = 100 gesetzt).

Zur deutschen Konjunkturtafel:
(vergl. S. 601).

Kupfer	am 20. Juni	44 160	M/kg
Baumwolle	am 20. „	88 543	M/kg
Dollar	am 20. „	130 000	M/$
Aktienziffer	am 15. „	8 060 700	

Die Lösung der Phosphatfrage für Deutschland und Rußland.

Professor Brjainischnikow, der bekannte Agrikulturchemiker Rußlands, äußerte sich kürzlich zur Frage einer gemeinsamen Lösung des Phosphatproblems für Deutschland und Rußland.

Deutschland hat, so führte Brjainischnikow aus, bereits eine höchst leistungsfähige Stickstoffindustrie entwickelt und verfügt auch über reiche Kalibestände. Deutschland fehlen aber nennenswerte Phosphoritbestände. Deshalb leidet es seit Ausbruch des Krieges an Phosphorhunger, der auch heute wegen der Schwierigkeit der Einfuhr aus Algerien, Tunis, Florida und Kanada nicht befriedigt werden kann. Ohne Lösung der Phosphorfrage gibt es für Deutschland keine Lösung des Problems, seine Bevölkerung aus den eigenen Bodenerzeugnissen auch nur annähernd zu ernähren. Rußland, in dem Mineraldünger bisher nur in geringem Ausmaß angewandt wurde, kommt jetzt bereits in den Zustand, in dem seine Landwirtschaft den Phosphorvorrat des russischen Bodens verbraucht hat und befriedigende Ernteerträge auch in Rußland auf die Dauer nur durch Phosphordüngung gesichert werden können. Rußland leidet jetzt schon an Phosphormangel selbst in den berühmten, sehr stickstoffreichen Schwarzerdegebieten, mit Ausnahme des Wolgagebietes. Nun ist es längst noch nicht genügend bekannt, daß Rußland über unermeßliche Phosphoritvorkommen verfügt. Ihre Lagerungs- und Ausbeutungsverhältnisse, der Grad ihrer Eignung für die Superphosphatindustrie sind in den letzten Jahren theoretisch und technisch klargestellt worden. Im europäischen Rußland beträgt der Gesamtvorrat 5568 Mill. t. Für Qualität und Quantität sind folgende Verhältnisse ermittelt: An Vorkommen über 24 vH Phosphor finden sich 141 Mill. t; von 18 bis 24 vH gibt es 1707 und von 12 bis 18 vH rd. 3720 Mill. t. Bei den Vorkommen der besten Art wird noch eine Gruppe von Vorkommen zwischen 24 bis 35 vH Phosphor festgestellt werden kön[nen]. Am wichtigsten sind die Lager im Gouvernement Wjatka an der K[ama] wegen ihres hohen Phosphorgehalts (26 bis 29 vH) und ihrer Lager[ung] unmittelbar unter der Erdoberfläche, so daß der Abbau durch Gra[ben]system unter Anwendung von Baggern möglich ist, wodurch mindest[ens] 400 Mill. Pud ausgebeutet werden können. Notwendig dafür ist [eine] Eisenbahn, die aber doppelt lohnend wäre wegen des Waldreicht[ums] der Gegend und reicher Vorkommen an Eisenerzen hoher Qualität. [Zur] Verbindung der Gegend mit dem Eisenbahnnetz genügt eine Linie [von] etwa 200 Werst. Durch die Regulierung des Kamaflusses im Oberla[uf] könnte außerdem die Möglichkeit geschaffen werden, Phosphorit [aus dem] Wolgagebiet zu flößen, womit die Versendungsmöglichkeit von Pet[ers]burg bis nach Transkaspien und dem Transkaukasus gegeben wäre. Ph[os]phoritvorkommen hoher Qualität und gewaltigen Ausmaßes gibt es a[uch] an der Wolga im Gouvernement Kostroma, ferner in den Gouverneme[nts] Moskau, Kaluga, Simbirsk, Pensa und Tambow. Rußland hat [an] Phosphoritvorkommen weit über seinen jemals in Betracht kommen[den] Bedarf hinaus. Was ihm aber fehlt, ist eine gut entwickelte chemis[che] Industrie und Gruben mit einer modernen Ausrüstung zur Massen[ge]winnung von Phosphoriten. Rußlands einziges gut ausgerüstetes W[erk] für die Erzeugung von Superphosphaten bei Nischnij-Nowgorod k[ann] nur 1,2 Mill. Pud erzeugen, während die Möglichkeit für die Erzeug[ung] von vielen hundert Millionen Pud besteht. Rußland hat die Rohsto[ffe], Deutschland hat eine unvergleichlich leistungsfähige chemische Indust[rie]. Beide Länder verfügen also gemeinschaftlich über alle Mittel zur Still[ung] ihres Phosphathungers. Nach den in Rußland klargestellten bergte[ch]nischen und agrikulturchemischen Untersuchungen ist die Lösung [des] Problems nur eine Frage des Willens und der Organisation. (Berli[ner] Tageblatt 1923, Nr. 277.) [W 22..]

BÜCHERSCHAU.

chlüsselzahl des Börsenvereins deutscher Buchhändler, die, mit der angegebenen Grundzahl (Gz.) multipliziert, den augenblicklichen Preis ergibt, beträgt z. Zt. **6300.**

penfabrikation. Von Richard Lang und Willy Hellch. Band I der Sozialpsychologischen Forschungen des Instituts Sozialpsychologie an der Techn. Hochschule Karlsruhe, hergegeben von Prof. Dr. phil. et med. Willy Hellpach. Berlin 2, Julius Springer. Preis Gz. 4,8.

Ein Buch über Betriebsfragen, das seinem Geleitwort — dem Geleit- des ersten Bandes einer Reihe von Forschungsheften — ein Zitat einem Kirchenvater voransetzt: „res tantum cognoscitur quantum tur" (Augustinus); ein Buch, in dem ein Mediziner und Psychologe iner erfrischenden Unbekümmertheit um überkommene Gefühle und hende Meinungen an die „schweren und großen Probleme der geich-technischen Arbeit und ihrer Betriebsformen", an das Fabrikem selbst herangeht; und das dann aus der Praxis heraus als „zu besten Schriften der Betriebsliteratur gehörig" beurteilt wird: — ein Buch muß schon ein besonderes sein. Sein vorsätzliches Benis: „geboren zu sein in deutscher Fabrikluft, aber nicht gemacht organisiert, sondern gewachsen und gereift zu sein unter der Zucht unausgesetzten Nachdenkens, dem Newton seine Ergebnisse zu veren angab", begründet diese Sonderstellung. Dies Bekenntnis ist in einer Zeit, die so wenig von sich zum Nachdenken freigibt, daß denken und Fabrikluft vielmehr als Paradoxa erscheinen, und zwar indliche, von denen die eine dem andern gar noch einen Makel anen möchte. Aber dieses Bekenntnis scheint mir auch den einzigen zu zeigen, auf dem es aus Altem und Veraltetem heraus vorwärts- und die Stimme aus der Praxis bestätigt, daß diese Zeit doch schon it gereift ist, wie ich es zu hoffen wagte, als ich jenen Forschungen 'ür öffnete; soweit gereift, daß es heute möglich ist, „an heikelsten empfindlichsten Dingen (des Fabrikwesens) eine Probe davon abzu-, daß es deutsche Art schlechthin noch sei, eine Sache um ihrer t willen zu tun." Und so möchte ich hier auch noch die Schlußworte des tworts anführen und unterstreichen: „Mögen in diesem Geiste die ite unserer sozialpsychologischen Forschungen durch unser teures land, um dessentwillen aber gerade auch durch die nichtdeutsche einen gesegneten Lauf nehmen!"

Den Inhalt des Buches könnte man eine Fuge nennen, aufgebaut auf Thema, das der erste der beiden Verfasser in wenigen Seiten ellt.

Der Thema-Aufsatz von Richard Lang, Untertürkheim, verschwindet meiner Auffassung fast zu sehr in seiner Knappheit. Es dürfte kaum bekannt sein, wer dieser Verfasser ist, um seinen Ausführungen rößere ihnen zukommende Beachtung zu verschaffen. Lang, der e technische Leiter der Daimler-Motoren-Gesellschaft Stuttgarttürkheim, faßte den im Buch als Experiment bezeichneten isatorischen Plan der Betriebsumstellung von der Einzelassenfertigung auf die „Gruppenfabrikation", als diese Werke, vor dem Krieg etwa 3000 und zu Ende des Krieges an Mann zählten, so ins Große wuchsen, daß die bis dahin nende allgemein übliche Organisationsform jenseits der „möglichen isterung" liegen blieb, um einen Ausdruck Hellpachs zu gebrauchen. len Betriebsleiter war diese Erscheinung das Signal, etwas zu tun, hm und seinen Ingenieuren das Werk wieder in die Hand brachte. ndelte, als das Kriegsende die Handlungsfreiheit wiedergab, und der itende Aufsatz zeigt, mit welcher klaren Erkenntnis und Sicherheit eue Kurs genommen wurde. Für den aber, der über die augenblick- Aufgabe hinauszudenken Muße hatte, tat sich hier die große Frage auf, e Organisationsform eines industriellen Betriebes grundsätzlich von röße desselben abhängig ist und mit ihr verändert werden muß, und lchem Maße technische und wirtschaftliche Faktoren dabei bestim- sind.

Rein organisatorisch betrachtet, könnte diese Frage wohl nach betechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten untersucht und rt werden und eine grundsätzliche Lösung und Betriebslehre sich en. Neben diesen beiden Gesichtspunkten wirken aber Umstände spsychologischer und sozialpolitischer Art in die Lösung dieser hinein, und das vorliegende Buch zeigt nun deutlich und mit einer im Jahrzehnt der Betriebspsychologie überraschenden Eindeutig- daß diese Einflüsse nicht nur mitwirken, sondern entscheidend wirk- sind.

Sogleich der erste Abschnitt der Hellpachschen Ausführungen zum a zeigt, wie das Fabrikproblem nicht die Frage ist, wie eine Fabrik rdnet und organisiert wird, damit man sie technisch beherrschen entabel machen kann, sondern daß das Fabrikproblem in entscheir Bedeutung ein Problem des Lebensraumes gewerblicher Arbeit ist, nenschenseelisches Problem riesenhafter Größe", und als solches — die technischen Probleme fast nebensächlich erscheinen — heute roßen Krisen unterworfen, die an den Grundlagen unseres wirtlichen und staatlichen Daseins rütteln. In diesem Sinne ist „das problem die Lebensfrage der industrialisierten Völker des Abend- geworden, d. h. die Fabrik muß gesunden, soll die Zukunft aufführen!" . . . . schreibt Dr.-Ing. Friedrich, Essen, in seiner vorher erwähnten Besprechung dieses Buches (Werkstatts-Technik 1923 2).

Was die folgenden 14 Abschnitte dann bringen, nennt Hellpach „nur einen winzigen Ausschnitt aus dem riesenhaften Gesamtm der Fabrik". Aber dieser Ausschnitt rechtfertige, ja fordere es, ner Spitze das Gesamtproblem überhaupt einmal zu formulieren und nen wesentlichen Hauptstücken zu überblicken.

Aus diesen Hauptstücken seien hier nur folgende angeführt: 2) Grundformen des Lebensraumes gewerblicher Arbeit, 4) Atomisierung der Fabrikarbeitsleistung, 6) Lohnmotiv und Lebensideal des Fabriklers, 7) Tragweite des Fabrikproblems, 8) Psychologische Wirkungsgrenzen betriebstechnischer Reformen, 13) Werkpädagogische Zielsetzung. Die Nennung dieser mir als besonders charakteristisch erscheinenden Punkte und meine vorangegangenen Ausführungen sollten schon genügen, um erkennen zu lassen, was man in diesem Buch findet, und um in dieses Buch meine früheren Arbeitsgenossen aus der Praxis hineinzulocken, für die es nicht weniger bestimmt ist als für den Forscher; sie sollten vielleicht sogar imstande sein, auch manchen aus der kaufmännischen und Bank-Welt diesen Dingen näherzubringen, die die Zukunft seiner Unternehmungen mehr beeinflussen werden, als es heute scheinen mag.

Die Ausführungen zu den einzelnen Hauptstücken sind nicht lang, ein Vorzug, der nicht genug gerühmt werden kann. Es gelingt Hellpach, die Formulierung und den Überblick des Problems in nicht mehr als 80 Seiten klar und erschöpfend zu geben. Durch das geschickte Mittel, alle vom Wesentlichsten abzweigenden Bemerkungen in einem Anhang: „Nachweise aus Wirklichkeit und Schrifttum" hinter dem Haupttext zu bringen, entsteht diese in der Zeit der zu vielen und meist unübersichtlichen Bücher so wohltuende Kürze und Klarheit bei aller Völligkeit. Dabei sind diese Anmerkungen in keiner Weise nebensächlich oder entbehrlich. Es ist freilich kaum nötig, hierauf hinzuweisen, denn sie fesseln auf jeder Seite wie irgendeine Seite des Haupttextes. Wer nur einmal hinsieht, erkennt, es stehen auch hier Lebenserfahrungen eines klugen Menschen, der als Arzt und Psychologe tiefer gesehen hat als viele andere, und der als Kenner vieler Berufe (vergl. seine Forschungen über „Berufspsychosen") so manches auch dem Ingenieur über seinen Beruf zu sagen hat, der so schwer in seinen Grundlagen sich auftut und gerade seinen Angehörigen meist seine letzten Ziele und sogar seine Entwicklungsrichtung verbirgt.

Druck und Anordnung des Buches sind von erfreulicher Klarheit und wohltuender Wirkung. [B 1654] P. Riebensahm.

Die Grundlagen der Fabrikorganisation. Von Dr.-Ing. E. Sachsenberg. 3. Aufl. Berlin 1922, Julius Springer. 161 S. mit 66 Abb. Preis geb. Gz. 8.

Im Vorwort der ersten Auflage sagt der Verfasser: „Die Leser dieses Buches möchte ich bitten, es so zu nehmen, wie es gegeben wurde, als Anregung zum Nachdenken über Organisationsfragen . . ." Die Anregungen sind es, die wertvoll für denjenigen sind, der einen Weg sucht zu einer Kontrolle über bestimmte Vorgänge in seinem Betrieb. Darum ist das Werk nicht nur dem Leiter eines solchen und seinen Mitarbeitern zu empfehlen, sondern auch dem Studenten kommen die vorgetragenen Betrachtungen zustatten, wenn er als Praktikant in der Ausbildung begriffen ist. Da bietet sich ihm die Gelegenheit, die Psyche des Arbeiters kennen zu lernen. Die Hinweise des Verfassers hierauf sind zahlreich und zutreffend. Eingehende Behandlung findet die Lohnfrage, die Eignung und Stellung der einzelnen Beamten, der Weg des Geldes und des Materials, die Terminkontrolle, die Statistik und der Verkauf. [B 1729] K. Reyscher.

Sammlung Vieweg Heft 64: **Physik und Technik des Hochvakuums.** Von Dr. A. Goetz. Braunschweig 1922, Friedr. Vieweg & Sohn A.-G. VIII u. 144 S. mit 69 Abb. Preis Gz. 5.

Bei der steigenden Bedeutung der elektrischen Vakuumentladungen für die Wissenschaft und Technik ist es ein verdienstliches Unternehmen, eine Zusammenstellung der für saubere Vakuumarbeiten beachtenswerten Punkte zu geben. Auf die Theorie der Pumpen wird nur kurz eingegangen, dagegen eine gute Beschreibung aller verbreiteten Pumpen von der Wasserstrahl-Luftpumpe bis zur Quecksilber-Dampfstrahl- und Kondensationspumpe gegeben. Eine Tabelle liefert eine Übersicht über das mit den einzelnen Pumpen erzielbare Grenzvakuum, Saugleistung, Wirkungsweise usw. Zur Herstellung eines Hochvakuums werden im allgemeinen drei Stufen nötig, das Vorvakuum bis etwa 10 mm Hg, das Hauptvakuum bis etwa 10^{-4} mm Hg und das Hochvakuum bis zu theoretisch unendlich kleinen Drücken, wobei die benutzten Quecksilber-Kondensationspumpen alle Gase und Dämpfe mit einer Sauggeschwindigkeit bis zu 7000 ccm/s entfernen. Als Kriterien für den erzielten Druck dienen im Hauptvakuum Manometer, im Hochvakuum werden die bei glühelektrischen Vorgängen auftretenden Erscheinungen als Maß für den Druck benutzt. Sehr ausführlich wird dann auf die Hilfsmittel der Vakuumtechnik, die Evakuierung mit Absorptionsmitteln und die für die Konstruktion von Hochvakuumgefäßen maßgebenden Gesichtspunkte eingegangen. Nach diesen Vorbereitungen kann der Evakuierungsprozeß selbst kurz behandelt werden. Ein ausführliches Literatur- und Sachverzeichnis erleichtert den Gebrauch des Büchleins ungemein. Daß das Buch einem dringenden Bedürfnis nachkommt, kann man daraus ersehen, daß es bereits beim Verlag vergriffen ist. Bei der Neuauflage erscheint es mir zweckmäßig, noch kurz die Herstellverfahren für die vielfach zu Füllungen benutzten Gase anzugeben. Im übrigen wird das Buch der Aufgabe voll gerecht, dem Anfänger und Fernerstehenden einen Einblick und eine Anleitung in das interessante und schwierige Gebiet der Vakuumarbeiten zu verstatten; anderseits gibt es dem in der Praxis stehenden Physiker eine Handhabe bei der Auswahl der möglichen Evakuierverfahren und bringt auch dem Vakuumphysiker an manchen Stellen Neues. [B 1731] E. Lübke.

Die Lehren der Explosionskatastrophe in Oppau für das Bauwesen. Von Dipl.-Ing. H. Goebel und Prof. Dr.-Ing. E. Probst. Berlin 1923, Julius Springer. 41 S. mit 24 Abb. und 1 Tafel.

Allgemein ist anerkannt worden, daß die durch das Oppauer Explosionsunglück entstandenen Zerstörungen und Schäden an Ingenieurbauwerken ein Erfahrungsfeld in seltenem Umfange für die Bautechnik bieten. Die Badische Anilin- und Sodafabrik hat daher gleich zu Beginn der Aufräumungsarbeiten beschlossen, die Wirkungen der Explosion auf alle Bauten untersuchen zu lassen. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist in dem vorliegenden Werke veröffentlicht worden. Wir entnehmen hieraus folgendes: Bei Explosionen treten starke seitliche Kräfte auf, die in Zukunft mehr als bisher bei der Anlage von Sprengstoffabriken zu berücksichtigen sein werden. Will man die engere und weitere Umgebung im Falle einer Explosion möglichst wenig gefährden, so muß die Dachkonstruktion des Explosionsherdes einen möglichst geringen, seine Wände und besonders die Gründung aber einen möglichst großen Widerstand bieten. Dachstücke sollen die Umgegend möglichst wenig gefährden. Die Dächer der näheren Umgebung des Explosionsherdes sollen möglichst kräftig sein. Am besten bewährt haben sich in Oppau Eisenbetondächer und dann Hohlsteindächer, weniger gut haben sich Bimsbetondächer und noch weniger Holzdächer oder gar Ziegeleindeckungen bewährt. Gründungen müssen außerordentlich stark sein. Die Gründungen der Maschinen sind von denen der Gebäude möglichst getrennt anzuordnen. Diese Maßnahme hat sich in Oppau bestens bewährt. Rundbauten, besonders wenn sie gefüllt waren, haben sich als sehr widerstandsfähig erwiesen. Schornsteine haben zum Teil auffallend wenig gelitten. Dr. W. Schmidt.

Veröffentlichungen der Mittleren Isar A.-G., München. **Modellversuche über die zweckmäßigste Gestaltung einzelner Bauwerke.** Charlottenburg 1923, Rom-Verlag (R. Otto Mittelbach). 50 S. mit 83 Abb. und 6 Tafeln. Preis Gz. 2,5, geb. 5,5.

Modellversuche für die zweckmäßige Gestaltung von Bauwerken werden besonders im Schiffbau, im Luftschiffbau und im Wasserbau vorgenommen. Sie gründen sich auf Modellregeln, die angeben, wie und unter welchen Bedingungen man vom Ergebnis des Modellversuchs auf das Verhalten der im Maßstab 1 : 1 ausgeführten Bauwerke schließen kann. Oft lassen sich die Modellregeln beim Versuch nicht genau einhalten (vergleiche die klassische Arbeit von Moritz Weber „Die Grundlagen der Ähnlichkeitsmechanik", Springer 1919), es ist dann Sache des Versuchsleiters, unzulässige Schlüsse aus den Modellversuchen zu vermeiden.

Im vorliegenden Werke wird über eine Reihe von Versuchen berichtet, die für den Kraftwerk-Ausbau der Mittleren Isar vorgenommen wurden. Es handelte sich hierbei im wesentlichen um die Fragen der Energievernichtung von strömendem Wasser, der Wasserspiegelregelung und der Triebkanal-Versandung. Alle diese Fragen wurden durch sorgfältige, eingehende Versuche geklärt, wobei sich Bauformen ergaben, die sich den gegebenen Verhältnissen anpassen, darüber hinaus aber auch von allgemeiner Bedeutung für den Ausbau von Wasserkraftwerken sind. Es wurden untersucht: Zweckmäßige Formen für das Tosbecken und Schußkanäle, Heber und Triebkanalabzweigungen. Bei Schußkanälen wurde durch eine düsenförmige Einengung des Gerinnes unmittelbar vor der Schußbahn und eine darauffolgende Erweiterung für alle Beaufschlagungsmengen ein gleichmäßiger Wasserabfluß über die Schußbahn und eine gleichmäßige Deckwalze im Tosbecken erreicht. Während Tosbecken der Energievernichtung dienen, haben die Heber den Zweck, den Wasserstand unter allen Verhältnissen sicher zu regeln und die Gefährdung der Anlage, etwa durch Schwallwellen bei plötzlichem Turbinenabschluß, zu beseitigen.

Schließlich wurde die Frage der Sandablagerung in abzweigenden Turbinenkanälen untersucht, wobei die folgende auffallende Tatsache mit Hilfe der Prandtlschen Grenzschichtentheorie geklärt werden konnte, nämlich, daß Kanäle, die senkrecht zur Stromrichtung abgezweigt sind, ganz besonders zum Versanden neigen. Als wertvolles Mittel gegen Versanden kommt eine zweckmäßige Einlaufrichtung und eine gespülte Schwelle in Frage. Dr. W. Schmidt.

Entwurf und Einrichtung von Handelsschiffen. Von Prof. Dr. H. Herner. 3. Aufl. Leipzig 1923, Dr. Max Jänecke. 368 S. mit 363 Abb. und XI Tafeln.

Die Vorzüge dieses im Schiffbau weit verbreiteten Werkes haben wir schon in Z. 1909 S. 1422 bei Besprechung der ersten Auflage gewürdigt. Der allgemeine Aufbau des Werkes wurde bei der neuen Auflage nicht geändert, sie wurde nur den heutigen Erfahrungen entsprechend ergänzt und vielfach erweitert. Behandelt werden: Die Entwurfsrechnung, Einrichtung und Ausrüstung, Schiffsvermessung (unter andern auch die Panama-Vermessung und die für schwedische Häfen), sowie Gesetze und andere Vorschriften. Die in Z. 1909 an den Abbildungen gemachten Ausstellungen gelten auch für die vorliegende Auflage. Die Schriftgröße der Abbildungen schwankt zwischen $^3/_{10}$ mm und dem zehnfachen dieses Betrages.

Auch einige Rechenbeispiele fordern zur Kritik heraus, sie sind oft reichlich lang. Die Berechnung der Verschiebung des Maschinenraumes auf S. 60 bis 62 läßt sich mit Hilfe des Verschiebungssatzes an Stelle der benutzten Momentrechnung viel einfacher und schneller lösen. Hervorzuheben sind unter anderem die Auszüge aus den Auswanderergesetzen verschiedener Staaten und die eingehende Behandlung der Vermessungsfragen, die für die Praxis von Wert sind, wie überhaupt die Reichhaltigkeit des Werkes. Dr. W. Schmidt.

Schiffbautechnisches Zeichnen. Von Professor O. Lienau. Berlin 1923, Julius Springer. 40 S. mit 54 Abb. Preis Gz. 2,20.

„Die Zeichnung soll der klare Ausdruck für einen bestimmten technischen Zweck sein. Aber die Zwecke der zeichnerischen Darstellung haben sich fast unabsehbar erweitert und verändert, und dem jeweiligen Zwecke gemäß muß sich auch die Darstellung ändern", sagt Riedler in seinem „Maschinenzeichnen". Im Schiffbau sind die Zwecke der Zeichnungen an sich schon denkbar verschieden. Hier Linienrisse und Kurvenblätter, denen Maße entnommen werden sollen, und die daher gelegentlich auf Marmor aufgetragen worden sind, daneben Einrichtungspläne, die im allgemeinen nur wenige Maßzahlen enthalten, immerhin aber so genau sein müssen, daß die Kammereinrichtungen ihren Platz finden, ferner Längsschnitte, die außer der Unterteilung auch den Gesamteindruck des fertigen Schiffes erkennen lassen sollen, dann Maschinenzeichnungen, für die Riedlers Angaben zutreffen, und schließlich rein schiffbauliche Zeichnungen von Einzelkonstruktionen, die über alles Auskunft geben und dabei doch übersichtlich sein sollen. Man erkennt hieraus die Schwierigkeit der Frage, die Lienau im vorliegenden Werk behandelt. Weitgehende Beschränkung auf das Wesentliche war daher für den Verfasser geboten. Lienau gibt daher im vorliegenden Werke keine Kampfschrift im Sinne Riedlers, sondern er will in allen Fällen eine wünschenswerte Vereinheitlichung veranlassen, in denen der Normenausschuß der deutschen Industrie und der Handelsnormenausschuß noch nicht ausreichen. Das Werk soll damit dem werdenden Ingenieur sowohl wie dem ausgereiften einen Anhalt zu einer einheitlichen Verständigung bieten. Einige Abbildungen könnten bei einer neuen Bearbeitung noch etwas gefeilt werden, so Abb. 5, in der die Fläche 5 zweimal erscheint. Das Vorhandensein von drei Symmetrieebenen erschwert in diesem Falle das Verständnis. Bezeichnungen wie „Längsschnitt von vorne gesehen" sind schwerer verständlich als kurze unsymmetrische Projektionen. In Abb. 24 fehlt rechts ein Teil der Schraffur. Die Kurve KM_1 in Abb. 16 ist mit $^1/_{2500}$ in einem sehr kleinen Maßstab aufgetragen worden. Angaben über die Auftragung von Stapellauf- und Stabilitätsrechnungen macht Lienau nicht. Alles in allem ist das Werk sehr zu begrüßen, da man den Gesamteindruck, den eine Zeichnung macht, gewöhnlich erst dann bemerkt, wenn nichts mehr an ihr zu ändern ist. Beispiele, die klare Anweisungen für einwandfreie Zeichnungen geben, sind daher von größtem wirtschaftlichen Wert. Dr. W. Schmidt.

Die mathematischen Hilfsmittel des Physikers. Von Dr. E. Madelung. Berlin 1922, Julius Springer. 247 Seiten mit 20 Abbildungen. Preis Gz. geh. 8,25, geb. 10.

Das vorliegende Werk ist der vierte Band der „Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete", herausgegeben von Blaschke-Hamburg, Born, Runge und Courant-Göttingen. Die ersten zehn Abschnitte umfassen unter den Überschriften: Algebra, Funktionen, Reihen, Differential- und Integralrechnung, Differentialgleichungen, lineare Integralgleichungen, Variationsrechnung, Transformationen, Vektoranalysis und Wahrscheinlichkeitsrechnung, den rein mathematischen Teil, die letzten vier unter Mechanik, Elektrizitätslehre, Relativitätstheorie, Thermodynamik einen physikalischen Teil, in dem die Grundbegriffe der theoretischen Physik bzw. deren mathematische Formulierung dargestellt sind. Die reichhaltige Sammlung ist recht klar und übersichtlich, wozu auch der gute räumige Druck und die tadellose Ausstattung beitragen, und wird auch allen wissenschaftlich arbeitenden Ingenieuren ein gutes Hilfsmittel sein. [B 183]
Breslau. Professor Martin Preuß.

Der eiserne Zimmerofen. Herausgegeben unter Mitarbeit von Dr. Wierz und Dr.-Ing. G. Brandstäter von der Vereinigung deutscher Eisenofenfabrikanten E. V., Wärmetechnische Abteilung. München und Berlin 1923, R. Oldenbourg. 119 S. mit 57 Abb. Preis Gz. .

Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen in Sachsen. 96. Jahrgang 1922. (Statistik vom Jahre 1921.) Auf Anordnung des Finanzministeriums herausgegeben vom Sächsischen Bergamt. Freiberg i./Sa. 19, Craz & Gerlach (Joh. Stettner). 416 S.

Die Industrie der Steinkohlenveredelung. Von Obering. F. Schreib. Braunschweig 1923, Friedr. Vieweg & Sohn A.-G. 192 S. mit 102 A. Preis Gz. 6, geb. 7,5.

Der Aufbau des Mörtels im Beton. Von O. Graf. Berlin 1923, Julius Springer. 63 S. mit 41 Abb. Preis Gz. 3.

Untersuchungen über das Wärmeisolierungsvermögen von Baukonstruktionen. Von Prof. H. Kreüger und A. Eriksson. Aus dem Schwedischen übersetzt von M. Frhr. Grote. Berlin 19. Julius Springer. 69 S. mit 55 Abb. Preis Gz. 1,4.

Leitfaden für den elektrotechnischen Fachschulunterricht unter besonderer Berücksichtigung der Funkentelegraphie. Von M. Polatze. I. Teil: Elektrotechnik. 106 S. mit 61 Abb. II. Teil: Hochfrequenztechnik. 85 S. mit 33 Abb. Leipzig 1923, Hachmeister & Thal. Pr. Gz. 2,7.

Elektrotechnik in Einzeldarstellungen I: **Die Schutzvorrichtungen der Starkstromtechnik gegen atmosphärische Entladungen und Überspannungen.** Von Prof. Dr. G. Benischke. 3. Aufl. Braunschweig 1923, Friedr. Vieweg & Sohn A.-G. 149 S. mit 132 Abb. Preis Gz. 4, geb. 6.

Mitteilungen aus dem Telegraphentechnischen Reichsamt. Band I. Berlin 1923, Selbstverlag. 362 S. mit vielen Abb. Preis für das Inland Gz. 8, für das Ausland Gz. 16.

V · D · I

ZEITSCHRIFT DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

Nr. 26 **30. JUNI 1923** **Bd. 67**

Aus dem Inhalt ★ Große Blechkantenhobelmaschine / Dauerfestigkeit von Eisen und Stahl bei wechselnder Biegung / Wirtschaftliche Wiederverwertung von Altpapier / Die Kathodenröhre in der drahtlosen Telegraphie / Großzahl-Forschung / Gesellschaft Deutscher Metallhütten- und Bergleute / Dampfkessel mit umlaufenden Wasserrohren / Wasserkraftanlagen Oberitaliens / Elektrische Zugförderung der italienischen Eisenbahnen / Eine neue Blitzschutzvorrichtung / Amerikanische Konjunkturtafeln. ★ **Seite 629 bis 652**

(Vollständiges Inhaltsverzeichnis am Anfang des Textteiles.)

Geschäftsbedingungen und Anschrift des Verlages siehe Anzeigenseite 47

MEGUIN

ene Büros:

achen
then
ari
erlin
remen
rüssel
ukarest
hemnitz
hristiania
ssen-Ruhr
lorenz
enua
ijon
öteborg
ravenhage
lamburg
lannover
öln
openhagen
eipzig
uxemburg
lailand
lannheim
leapel
lürnberg
rag
om
aarbrücken
riest
Vien
ürich

Westfalen
Saarland
Werk Butzbach
Österr.
Tschecho-Slovakei
Werk Gleiwitz
Oberschlesien
Polen
Balkan

leguin A.G. Butzbach-Hessen
berschlesische Meguin A.G. Gleiwitz

GESCHÄFTSBEDINGUNGEN
der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure

Die „VDI-Zeitschrift" ist der Arbeitsgemeinschaft technisch-wissenschaftlicher Zeitschriftenverleger (ATZ) angeschlossen der folgende Verleger angehören:
Verlag des VDI, Berlin; Verlag Glückauf, Essen; Verlag Stahleisen, Düsseldorf

Anzeigenpreise:

1/1	1/2	1/4	1/8	1/16 Seite
1 920 000	1 056 000	576 000	288 000	144 000 Mark

bei laufenden Abschlüssen vorbehaltlich notwendig werdender Teuerungszuschläge.

Für Vorzugsseiten gelten besondere Preise, mm-Preis im Bezugsquellen-Nachweis 1440 Mark.

Stellenangebote, Kaufgesuche und Angebote, Beteiligungs- und Vertretergesuche werden als Zeilenanzeigen mit 960 Mark je mm und Spalte von 30 mm Breite berechnet, eigene Stellengesuche (nicht auch Vertretergesuche) von Mitgliedern werden mit 720 Mark je mm Höhe einspaltig berechnet. Stellengesuche von Nichtmitgliedern je mm 840 Mark.

Rabatt: Bei 6 Jahresaufnahmen 5 vH; bei 13 Jahresaufnahmen 10 vH; bei 26 Jahresaufnahmen 20 vH bei 52 Jahresaufnahmen 30 vH.

Rechnung: Die Rechnungslegung erfolgt monatlich, bei kleinen Anzeigen sofort.

Zahlung: Die Begleichung hat spätestens innerhalb zwei Wochen vom Tage der Rechnungslegung ab abzugs- u. spesenfrei zu erfolgen. Bei Überschreitung des Zahlungstermines werden Verzugszinsen in Rechnung gesetzt.

Belege: Es werden nur Belegausschnitte geliefert aus denen Heftnummer und Anzeigenauftrag zu ersehen ist. Vollständige Belege, ebenso besondere Anzeigenanhänge können nicht geliefert werden.

Erfüllungsort: Für beide Teile der Wohnort des Verlegers als Erfüllungsort gültig.

Annahmeschluß: Für sämtliche kleinen Anzeigen Dienstag vormittag, Textwechsel bzw. Änderungen bei Empfehlungsanzeigen stets 12 Tage vorher.

Rücksendung von Bildstöcken: Dieselbe erfolgt stets zu Lasten der Eigentümer.

Bezugsbedingungen:

Bezugszeit: Die Zeitschrift erscheint wöchentlich einmal. Der Jahrgang läuft vom 1. Januar bis 31. Dezember.

Bezugspreis und Bezugsart: Für die „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure" besteht ausschließlich der Monatsbezug durch die Post oder durch den Buchhandel. Beim Postbezug hat die Bestellung bei der zuständigen Postanstalt des Wohnortes zu erfolgen. Der Preis für Juli beträgt 12000 Mk. Mitglieder des VDI erhalten nach Einsendung der Postquittung mit genauer Angabe ihrer Anschrift an die Geschäftsstelle des Vereines, Berlin NW 7, Sommerstr. 4a, die VDI-Nachrichten kostenlos geliefert.

Preis der Einzelhefte des laufenden Jahrganges: Grundzahl 0,75 × Schlüsselzahl des Börsenvereines für den deutschen Buchhandel zuzügl. Versandgebühren.

Für das Ausland sind die Bezugspreise in ausländischer Währung festgesetzt. Die Zusendung erfolgt unter Streifband. Näheres vom Verlag.

Auslieferung für den Buchhandel: Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9. Die Lieferung geschieht auf Gefahr der Bezieher. Kostenlose Nachlieferung verloren gegangener Hefte erfolgt nicht.

Beschwerden über unregelmäßige Lieferung sind an die zuständige Postanstalt oder Buchhandlung und erst nach Erfolglosigkeit unter gleichzeitiger Mitteilung der bisher unternommenen Schritte an den Verlag zu richten.

Erneuerung des Bezuges: Die Bezugsgebühren werden durch den Briefträger in der Mitte des Monats eingezogen. Sollten sie bis zum 20. nicht erhoben sein, so ist sofortige Bestellung bei dem Postamte notwendig, damit keine Unterbrechung in der Lieferung eintritt.

Notizen für Mitglieder:

Anträge auf Erlangung der Mitgliedschaft sind stets an den zuständigen Bezirksverein zu richten, dessen Anschrift durch die Geschäftsstelle zu erfahren ist.

Beitragszahlungen sind stets auf Postscheckk. Nr. 6535 zu überweisen. Wird für ein Mitglied der Beitrag von einer Firma gezahlt, so ist bei Zahlungen, Reklamationen usw. stets der Name des Mitgliedes anzugeben.

Bei allen Zahlungen an den VDI sind der Zweck der Zahlung und die genaue Anschrift des Absenders anzugeben. Mitglieder müssen außerdem den Bezirksverein, dem sie angehören, angeben, da sonst sehr leicht Verwechselungen bei Mitgliedern gleichen Namens eintreten.

Die Geschäftsstelle des VDI und die Schriftleitung der Zeitschrift befindet sich Berlin NW 7, Sommerstraße 4a, der Verlag Berlin SW 19, Beuthstraße 7. Geschäftszeit des VDI sowohl für den Verlag von 8 bis 4, Sonnabends von 8 bis 1 Uhr, Sonntags geschlossen.

Drahtanschr. des VDI: Ingenieurverein, Drahtanschr. des Verlages: Ingenieurverlag.

VERLAG DES VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE

Fernspr.: Anzeigen-Abt. Zentrum 770 — BERLIN SW19, BEUTHSTR. 7 — Fernspr.: Abonnements-Abt. Zentr. 7756

BEZUGSQUELLEN-NACHWEIS

VDI STELLENANGEBOTE VDI

Wärme-Ingenieur

Dipl.-Ing. mit großen Erfahrungen und ausgezeichneten theoretischen Kenntnissen in der gesamten Feuerungstechnik, Gasfach, Generator- und Kesselbetrieb, mit der Organisation der Wärmewirtschaft im Betriebe vertraut, sucht leitende, entwicklungsfähige Stellg. Wissenschaftl. Arbeit erwünscht. Erstklassige Zeugnisse und Referenz. vorh. Eilangebote unter Z. 5048 a. d. Verl. d. Z.

Feuerungstechniker

30 J., erfahren im Bau u. Betrieb von Saugzug u. Unterwindfeuerungen, Wärmetechnik, sucht geeignete Position in Groß-Berlin. Angebote unter Z. 5044 a. d. Verl. d. Z.

Betriebs-Assistent

(Chemo-Techniker) mit guten Kenntnissen und mehrjährigen, praktischen Erfahrungen, bisher in verantwortlicher Vertrauensstellung bei Werk für technische Gummiwaren und Bereifungen, sucht sich zum 1. Juli möglichst für größeren Wirkungskreis zu verändern. Angebote erbeten unter Z. 5047 an den Verlag dieser Zeitschrift. (5047)

Masch.-Ing., 22 J., led., 6 Sem. Mittweida, 4 J. Werkst. konstr. betätigt, sehr gute Zeugn. u. Ref., sucht bald. Anfangsstell. **Otto Töpfer, Obercunnersdorf**, Oberlausitz, Amtsh. Löbau. (5061)

Erste Kraft

Dipl.-Ing., 41 J., ledig, langjähr. Betr.-Leiter u. Geschäftsführer angesehener Industriefirmen, erfahren in Bau u. Leitung großzügiger maschineller u. elektr. Anlagen, gewandter Konstrukteur mit eigenen Patenten, kaufmännisch u. organisatorisch bewährt, derzeit als Inhaber eigenen techn. Büros Berater bekannt. Werke der Großindustrie, sucht, gestützt auf erstklass. Zeugnisse u. Referenz., entwicklungsfähige, leitende Dauerstellung, mögl. in Groß-Berlin. Gefl. Angeb. unt. **Z. N. 5040** an d. Verl. d. Ztschr.

Junger, arbeitsfreudiger

Maschinen-Techniker

23 Jahre alt, Absolvent d. Ingenieurschule Zwickau, sucht praktisch und theoretisch gestützt auf gute Zeugnisse Stellung. Selbiger ist flotter Zeichner und war 5 Jahre in einer der größten Maschinenfabriken Sachsens im allgem. Maschinenbau, im besonderen in Luxus- und Lastkraftwagenbau, tätig. Angebote erbeten an **Ala Haasenstein & Vogler, Plauen i. V.**, unter **W. 1001.** (4955)

Technisch u. psychologisch vorgebildeter Herr, arbeitsfreudig u. **erfinderisch** begabt, sucht interessehalber Anfangsstellung als

ASSISTENT

für Versuchswesen (Apparatebau) od. für Psycho- u. Arbeitstechnik in größerem Betriebe. Es wird Wert auf selbständige und erfinderische Arbeit gelegt. Ang. a. d. Verl. dies. Zeitschr. unter **Z. 5046.**

Metallfachmann

Ingenieur, reichste Praxis, empfiehlt sich für Bau, Einrichtung, Inbetriebsetzung, Organisation und Reorganisation von Metallwerksanlagen aller Art, Gießereien, Walzwerken, Schrägwalzwerk, Drahtwalzwerk, Stangen-, Rohr- u. Fassonpressereien, Draht-, Rohr- und Stangenziehereien, Blech-, Platten-, Bänderzeugung, Drahtverseilerei und -bespinnung, Kabelerzeugung. Gründliche Materialkenntnisse in Kupfer, Messing, Bronzen, Aluminium, Zink; konkurrenzfähige Arbeitsverfahren; moderne Einrichtungen; wirtschaftliche Feuerungsanlagen. — Ausland bevorzugt. Zuschriften unt. **Z. 4998** an d. Verl. ds. Zeitschr

Dipl.-Ing.

29 J., ledig, 1½ J. Assistententätigkeit an Techn. Hochschule, Fach Dampfmasch.- u. Dampfturb.-Bau, sucht Stellung. Angebote unter **Z. 5098** a. d. Verlag d. Zeitschrift, Berlin SW 19. (5098)

Ingenieur

Masch.- u. Elektro-, 31 Jahre, verheiratet, in ungekündigter Stellung, mit langjähriger Werkstatt- u. Betriebspraxis, sowie reichen Erfahrungen in der Überwachung von Maschinen u. Kesselanlagen, 2 J. Büro, gewandter Konstrukteur, erfahren im Umgang mit Arbeitern, **sucht**, gestützt auf gute Zeugnisse u. Ref., (5097)

verantwortungsvollen Wirkungskreis

in Büro oder Betrieb.

Gefl. Angeb. erb. u. **Z. 5097** a. d. Verl. d. Ztschr.

Ingenieur

27 J. alt, allgem. Maschinenbau, Hochschulbildg., Auslandspraxis in Maschinenbetrieb u. Elektrotechnik, Englisch fließd., Spanisch etwas, sucht konstruktive Tätigkeit im Bau v. Kraftanlag. (Wasser-, Dampfturb.), 2jähr. Erfahrung i. Konstrukt. des elektrischen Teiles vorhand. Gefl. Angebote unter **Z. 5057** a. d. Verlag ds. Zeitschrift. (5057)

Junger Ingenieur

selbst. arbeit., sucht Stellung per sof. od. später. Bevorzugt werden Hamburg, Hannover od. Berlin. (5054)

Off. unt. **L. B. 619** an **Ala Haasenstein & Vogler, Königsberg Pr.**

Techniker

24 J. alt, gelernter Mech., 1½ J. Büropraxis, sucht Stell., mögl. Autobranche, evtl. als Betriebsassist., z. 15. Juli oder später. Off. bitte u. **Z. 5100** a. d. Verl. d. Zeitschr. (5100)

Dipl.-Ing.

Süddeutscher, 42, ledig, Prokurist, langj. Praxis in Verwaltung, Konstr. und Betrieb im allg. Masch.-Bau, spez. Werkzeugm. u. Elektrotechnik, Amerikapraxis, sucht leitende Stellung, Verwaltung od. Betrieb i. Süddeutschland. Angeb. u. **Z. 5067** an den Verl. d. Zeitschr. (5067)

VDI STELLENANGEBOTE VDI

Groß-Berliner **Stahl- und Eisengießerei** sucht zum möglichst baldigen Antritt, evtl. auch erst zum 1. Oktober 23, einen tüchtigen energischen

Betriebsingenieur (Gießerei-Fachmann)

Herren, welche gute praktische Erfahrungen, besonders auch im Formmaschinenbetrieb durch beste Zeugnisse nachweisen können, werden gebeten, ausführliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Bild, Gehaltsansprüchen und Antrittstermin unter **Z. 5072** an den Verlag dieser Zeitschrift einzureichen. Wohnung vorhanden.

Zum möglichst baldigen Eintritt tüchtiger

Konstrukteur

für den Automobilbau gesucht. Es kommen nur Bewerber in Betracht mit nachweisbar langjähriger Erfahrung bei ersten Automobilfabriken, möglichst auch mit Landstraßenpraxis. Gesuche mit ausführlichem Lebenslauf, Lichtbild, Zeugnisabschriften sowie Angabe der Gehaltsforderung sind einzureichen unter **Z. 5075** an d. Verl. dieser Zeitschr. (5075)

Ingenieur

oder

Techniker

mit abgeschlossener Fachschulbildung für technisches Büro eines chemischen Betriebes in südwestl. Vorort sofort gesucht. Bewerbungen unter Beifügung von selbstgeschriebenem Lebenslauf und Zeugnisabschriften erbeten an den Verlag dieser Zeitschrift unter **Z. 5103.**

An der Fachschule für die Stahlwarenindustrie in Solingen sollen am 1. Oktober 1923 eingestellt werden:

1. **ein Diplom-Ingenieur** (Oberlehrer) **des Maschinenbaufaches** mit Spezialausbildung in Metallurgie für den Unterricht im Maschinenzeichnen, Technologie, Physik, Chemie und Hüttenkunde,
2. **ein Gewerbelehrer des Maschinenbaufaches** für den Unterricht im Maschinenzeichnen, Berufs- und Bürgerkunde,
3. **ein Techniker bezw. Werkmeister** (Fachlehrer) **des Maschinenbaues** für den Unterricht im Konstruktionszeichnen und im praktischen Werkstattarbeiten.

Besoldung nach staatlichen Grundsätzen. Probezeit 2 Jahre.

Bewerbungen, denen Rückporto beizufügen ist, nebst Lebenslauf und Zeugnisabschriften sind bis zum 1. August d. J. an den Unterzeichneten einzureichen.

Solingen (Rhld.), den 20. Juni 1923.

Der Oberbürgermeister.
In Vertretung:
Der Beigeordnete:
Krups. (5078)

Für Ausland

Automobilfabrik

sucht zum ehesten Eintritt

erstklassigen

Konstrukteur

auf Motorlastwagen.

Nur Herren mit besonderer Qualifikation und nachweisbar erfolgreicher Praxis, welche eine Lebensstellung anstreben, wollen ihre ausführlichen Bewerbungen mit Lichtbild, Referenzen, Gehaltsansprüchen unter Chiffre **Z. S. 1405** an **Rudolf Mosse, Zürich**, richten. (5064)

Groß-Berliner Industriewerk sucht für **Mähmaschinen-Bau** (Binder, Gras- und Getreidemäher) für bald oder später einen branchekundigen, energischen

Betriebsleiter

Es werden nur praktisch erfahrene, durchaus branchekundige Herren mit guten Empfehlungen berücksichtigt. Wohnung kann evtl. gestellt werden.

Ausführliche Bewerbungen mit Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Bild, Gehaltsansprüchen und Angabe des Antrittstermins erbeten unter **Z. 5073** an den Verlag dieser Zeitschrift. (5073)

Für die Abteilung

Waggonbau

unseres technischen Büros suchen wir tüchtige

Konstrukteure

die über längere Praxis u. besondere Erfahrungen im Bau von hölzernen und eisernen Personenwagen verfügen. Bewerbungen mit ausführlich. Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Lichtbild, Eintrittstermin und Gehaltsansprüchen an (5094)

Orenstein & Koppel A. G.

Personalabteilung

Berlin SW 61 Tempelhofer Ufer 24.

Konstrukteur

für Feinmaschinen- und Apparatebau gesucht.

Eingehende Bewerbungsschreiben nebst Einsendung von Zeugnisabschriften und Referenzen, sowie Angabe der Gehaltsansprüche erbeten unter **Kennwort TBr/Z. 5101** an den Verl. d. Zeitschr. (5101)

Stellengesuche und -Angebote sowie An- und Verkäufe auch in den V. d. I.-Nachrichten

Stellengesuche und -Angebote sowie An- und Verkäufe auch in den V. d. I.-Nachrichten

Verlag des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin SW 19, Beuthstr. 7. — Im Buchhandel zu beziehen durch: Verlagsbuchhandlung Julius Springer, Berlin W 9. — Verantwortlich für die Schriftleitung: D. Meyer, Berlin, für den Anzeigenteil: Willy Kuhle, Berlin. — Druck von H. S. Hermann & Co., Berlin SW 19.